

**STUDI WAKTU FERMENTASI DAN JENIS AERASI TERHADAP
KUALITAS ASAM CUKA DARI NIRA AREN (*arenga pinnata*)**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains Kimia**



Oleh:

**Agus Tri Nugroho
05307141020**

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2012**

PERSETUJUAN

Skripsi yang berjudul Studi Waktu Fermentasi dan Jenis Aerasi terhadap Kualitas Asam Cuka dari Nira Aren (*arenga pinnata*) yang disusun oleh Agus Tri Nugroho, NIM 05307141020 ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Yogyakarta, November 2012

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Hj. Eddy Sulistyowati, M.Apt. M.S.
NIP. 19520610 198203 2 001

Dr. Das Salirawati, M.Si.
NIP. 19651016 199203 2 001

Koordinator Tugas Akhir Skripsi
Program Studi Kimia

Dr. Endang Widjajanti LFX
NIP. 19621203 1986 01 2 001

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul Studi Waktu Fermentasi dan Jenis Aerasi terhadap Kualitas Asam Cuka dari Nira Aren (*arenga pinnata*) yang disusun oleh Agus Tri Nugroho, NIM 05307141020 telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal..... 2013 dan dinyatakan lulus.

DEWAN PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan
Hj. Eddy Sulistyowati, M.Apt. M.S. NIP. 19520610 198203 2 001	Ketua Penguji
Dr. Das Salirawati, M.Si. NIP. 19651016 199203 2 001	Sekretaris Penguji
Togu Gultom, M.Si NIP. 19500508 197803 1 001	Penguji Utama
Dr. Suyanta NIP. 19660508 199203 1 002	Penguji Pendamping

Yogyakarta..... 2013

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,

Dr. Hartono

NIP. 19620329 198702 1 002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Agus Tri Nugroho

NIM : 05307141020

Jurusan : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul : Studi Waktu Fermentasi dan Jenis Aerasi Terhadap

Kualitas Asam Cuka dari Nira Aren (*arenga pinnata*)

Menyatakan bahwa penelitian kimia ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya tidak berisi materi atau data yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain, atau telah dipergunakan dan diterima sebagai persyaratan studi pada universitas atau institut lain, kecuali pada bagian-bagian yang telah dinyatakan dalam teks.

Yogyakarta, 2012

Yang menyatakan

Agus Tri Nugroho

NIM. 05307141020

Motto

Suka duka kita tidaklah istimewa, karena setiap orang mengalaminya.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Terimakasih untuk Ibu dan Bapak, matur nuwun do'a dan kasih sayangnya. Terimakasih juga untuk mbak, adek dan teman-teman dan semua pihak yang membantu penulisan skripsi ini, saya ucapkan jazakumullah khayron, hanya allah yang mampu membalasnya.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamiin, segala puji bagiMu ya Allah yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya bagi seluruh makhluk, langit dan bumi. Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan judul Studi Waktu Fermentasi dan Jenis Aerasi Terhadap Kualitas Asam Cuka dari Nira Aren (*arenga pinnata*) ini atas bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segenap kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Hartono, selaku Dekan FMIPA UNY Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Suyanta, Wakil Dekan 1 yang banyak membantu masalah administrasi sekaligus penguji pendamping dan memberikan motivasi.
3. Bapak Dr. Hari Sutrisno selaku Ketua Jurusan Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
4. Ibu Dr. Endang Widjajanti LFX, selaku koordinator Tugas Akhir Skripsi, yang banyak memotivasi dan memberikan kemudahan.
5. Hj. Eddy Sulistyowati, M.Apt. M.S selaku pembimbing utama yang banyak memberikan arahan.
6. Ibu Dr. Das Salirawati, M.Si, selaku pembimbing pendamping yang menyenangkan.
7. Togu Gultom, M.Si, selaku penguji utama yang memberikan koreksi, pertanyaan, masukan dan saran.

8. Seluruh dosen, staf laboratorium, dan staf perpustakaan Jurusan Pendidikan Kimia yang telah banyak membantu selama kuliah dan penelitian.

Penulis menyadari adanya keterbatasan kemampuan, pengetahuan, dan pengalaman sehingga dalam penulisan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Penulis sangat berharap akan adanya saran dan kritik yang membangun. Akhirnya besar harapan penulis agar skripsi ini berguna bagi pembaca sekalian.

Yogyakarta.....2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Deskripsi Teori	
1. Aren (<i>arenga pinnata</i>)	7
2. Nira Aren	12
3. Fermentasi Nira	13

4. Asam Cuka	16
5. Uji Kualitatif dan Kuantitatif Asam Cuka	17
B. Penelitian yang Relevan	19
C. Kerangka Berfikir	20
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Subjek dan Objek Penelitian dan Teknik Pengambilan Sampel	22
B. Variabel Penelitian	22
C. Alat dan Bahan Penelitian	23
D. Prosedur Penelitian	24
E. Teknik Pengumpulan Data	27
F. Teknik Analisis Data	28
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	
1. Hasil Uji Kualitatif	29
2. Hasil Uji Kuantitatif	31
B. Pembahasan	
1. Proses Fermentasi	33
2. Uji kualitatif Sukrosa	39
3. Uji Kualitatif Asam Cuka	41
4. Uji Kuantitatif Asam Cuka.....	42
5. Penentuan Mutu Aasam Cuka	44
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	48
B. Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi Nira pada Berbagai Tanaman Palmae	12
Tabel 2. Syarat Mutu Cuka Berdasar SNI 01- 3711- 1995	18
Tabel 3. Hasil Analisis Kualitatif Sukrosa pada Fermentasi Nira Aren yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka.....	30
Tabel 4. Hasil Analisis Kualitatif Asam Cuka dengan FeCl_3 pada Fermentasi Nira Aren yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka.....	31
Tabel 5. Volume Rata-rata $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ Standarisasi NaOH 0,1 M	32
Tabel 6. Volume NaOH yang Dibutuhkan Untuk Menitrasi Sampel	32
Tabel 7. Kadar Asam Cuka Hasil Fermentasi Nira yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka	33
Tabel 8. Kualitas Cuka Aren Berdasar SNI 01-3711-1995	45
Tabel 9. Hasil Analisis Kualitatif Sukrosa dengan Benedict pada Fermentasi Nira Aren yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan terbuka.....	50
Tabel 10. Hasil Analisis Kualitatif Asam Cuka dengan FeCl_3 pada Fermentasi Nira Aren yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka.....	51
Tabel 11. Volume Rata-rata $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ Standarisasi NaOH 0,1 M	52
Tabel 12. Volume NaOH yang Dibutuhkan untuk Menitrasi Sampel	53
Tabel 13. Kadar Asam Cuka Fermentasi Hari ke-0 Sampai ke-4	54
Tabel 14. Kadar Asam Cuka Fermentasi Hari ke-6 Sampai ke-20.....	56
Tabel 15. Kualitas cuka hasil Fermentasi Nira Aren yang diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka SNI 01-3711-1995.....	57

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Gambar 1. Kerangka Molekul dan Model 3 Dimensi Asam Cuka.	15
Gambar 2. Gambar 2. Grafik Kadar Asam Cuka Vs Lama Fermentasi	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Tabel Hasil Analisis Kualitatif	51
Lampiran 2. Penentuan M NaOH	42
Lampiran 3. Volume NaOH yang Dibutuhkan untuk Menitrasi Sampel	43
Lampiran 4. Perhitungan Kadar Asam Cuka	54
Lampiran 5. Tabel Kualitas Cuka Aren Berdasar SNI 01- 3711- 1995	57
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian.....	58
Lampiran 7. Hasil analisis spektrofotometer serapan atom.....	60

**STUDI WAKTU FERMENTASI DAN JENIS AERASI TERHADAP
KUALITAS ASAM CUKA DARI NIRA AREN (*arenga pinnata*)**

Oleh:

Agus Tri Nugroho

05307141020

Pembimbing Utama : Hj. Eddy Sulistyowati, M.Apt. M.S.

Pembimbing Pendamping : Dr. Das Salirawati, M.Si.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar asam cuka optimal yang dihasilkan dari fermentasi nira aren (*arenga pinnata*) yang diaerasi dengan plastik, kertas HVS, dan terbuka dengan variasi waktu fermentasi 0 - 20 hari.

Subjek dalam penelitian ini adalah nira aren hasil penderesan di Dusun Mentasari, Desa Giyombong, Kecamatan Bruno, Purworejo. Objek penelitian ini adalah nira aren yang difermentasi di dalam botol bermulut lebar (botol bekas selai) yang diaerasi menggunakan plastik, kertas HVS, dan tanpa tutup (terbuka). Analisis kualitatif yang digunakan untuk mengidentifikasi asam cuka dengan menggunakan identifikasi anion CH_3COO^- dengan FeCl_3 sebagai pereaksinya. Analisis kuantitatif menggunakan metode titrasi alkalimetri. Data yang diperoleh kemudian dibuat grafik untuk melihat perbandingan kadar optimal yang dihasilkan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aerasi dengan kertas HVS menghasilkan kadar yang optimal daripada aerasi dengan plastik maupun terbuka. Kadar optimal pada aerasi plastik rata-rata sebesar 4,280 g/100 mL pada waktu fermentasi hari ke-12, pada aerasi kertas HVS rata-rata sebesar 5,704 g/100 mL pada waktu fermentasi hari ke-16, sedangkan pada aerasi terbuka (tanpa tutup) rata-rata sebesar 4,644 g/100 mL pada waktu fermentasi hari ke-8. Hasil asam cuka aren kemudian diuji mutu berdasarkan SNI 01- 3711- 1995 yang meliputi keadaan bentuk dan bau, kadar asam cuka cemaran logam Zn dan Fe. Mutu cuka aren belum memenuhi standar mutu SNI 01- 3711- 1995 karena kadar logam Fe melebihi ambang batas yang ditentukan.

Kata kunci : nira aren, fermentasi, aerasi

THE STUDY OF FERMENTATION TIME AND AERATION TYPE TO THE QUALITY OF VINEGAR FROM SUGAR PALM SAP

(*arenga pinnata*)

By:

Agus Tri Nugroho

05307141020

First Consultant : Hj. Eddy Sulistyowati, M.Apt. M.S.

Second Consultant : Dr. Das Salirawati, M.Si.

ABSTRACT

This study was aimed to determine the optimal levels of vinegar produced from fermented sugar palm sap (*arenga pinnata*) aerated with plastic, HVS paper and uncovered with long fermentation time variation of 0 - 20 days.

The subject in this study was sugar palm sap which harvested in Mentasari, Giyombong Village, Bruno district, Purworejo. The object of this study is fermented sugar palm sap in wide mouthed bottle (jam bottles) which aerated with plastic, HVS paper, and uncovered. Qualitative analysis was used to identify the vinegar using identification of anion CH_3COO^- with FeCl_3 as reagent. Quantitative analysis used alkalimetry titration method. Then, the chart was made based on the obtained data to know the comparison of optimal level which produced.

The results of this study indicated that aeration with HVS paper produced optimal levels than the aeration with the plastic or uncovered. The optimal levels in aerated plastic was average of 4.280 gr/100 mL on fermentation at the 12th day, the aeration in HVS paper was average of 5.704 gr/100 mL on fermentation at 16th day, whereas in an uncovered aeration (without cap) was average of 4.644 gr/100 mL on fermentation at 8th day. Results palm vinegar then tested quality by SNI 01 - 3711-1995 which includes the liquid form and flavour, vinegar content metals contaminations Zn and Fe. Quality vinegar aren not meet quality standards SNI 01 - 3711-1995 for Fe metal content exceeds the specified threshold.

Key words : sugar palm sap, fermentation, aeration

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Food and Agricultural Organization (FAO) PBB menetapkan bahwa cuka dapat dikonsumsi manusia, tetapi harus dihasilkan dari bahan baku alami, seperti buah-buahan dan atau yang mengandung gula lainnya. Asam cuka, disebut juga asam etanoat atau asam cuka adalah asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Cuka telah dikenal manusia sejak dahulu kala. Cuka dihasilkan oleh berbagai bakteri penghasil asam cuka, dan asam cuka ini merupakan hasil samping dari pembuatan bir atau anggur.

Asam cuka dapat dihasilkan dari senyawa C_2H_5OH (etanol) atau bahan alam yang mengandung gula melalui proses fermentasi. Salah satu bahan alam tersebut adalah nira. Nira adalah cairan yang keluar dari bunga kelapa atau pohon penghasil nira yang lain, seperti aren, siwalan, dan lontar yang disadap. Cairan ini merupakan bahan baku pembuatan gula merah. Dalam keadaan segar, nira mempunyai aroma yang harum, rasa yang manis, dan relatif tidak berwarna.

Cairan nira biasanya disadap dari bunga jantan, walaupun bunga betina juga dapat disadap niranya, namun jumlah dan mutu hasil sadapannya lebih memuaskan bunga jantan daripada bunga betina. Nira pada umumnya memiliki kandungan gula yang sangat tinggi, yaitu berkisar 7,5% sampai 15%. Gula utama penyusun nira adalah sukrosa, yaitu sekitar 13 - 17%. Nira juga mengandung glukosa dan fruktosa, tetapi dalam jumlah yang sangat kecil. Nira yang baik

bercirikan masih segar, rasa manis, harum, tidak berwarna dan derajat keasamannya (pH) sekitar 6,0 - 7,0 (Tarwiyah, 2001).

Kandungan sukrosa yang tinggi tersebut sangat cocok untuk pertumbuhan mikroba. Mikroba yang tumbuh pada nira adalah khamir dan bakteri. Pada umumnya, proses fermentasi nira tidak memerlukan penambahan mikroba, khamir yang di gunakan untuk fermentasi berasal dari udara.

Secara umum fermentasi dipengaruhi oleh suhu, kadar oksigen, pH, waktu fermentasi, dan ragi. Banyak sedikitnya oksigen yang berinteraksi pada nira yang difermentasi akan mempengaruhi asam cuka yang dihasilkan, dan semakin lama fermentasi terjadi, rasanya semakin asam. Dengan demikian kadar oksigen dan lama fermentasi mempengaruhi kadar asam cuka yang dihasilkan. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan variasi aerasi dan waktu fermentasi selama 0 - 20 hari untuk melihat pengaruhnya pada jumlah asam cuka yang dihasilkan.

Pada penelitian ini aerasi akan divariasikan dengan tutup botol berdasarkan tingkat kedapannya, dari kedap, semi kedap dan terbuka, yaitu dengan plastik, kertas HVS, dan terbuka (tanpa tutup), yang bertujuan untuk melihat ada tidaknya perbedaan kadar asam cuka yang dihasilkan dari berbagai variasi aerasi tersebut. Aerasi digunakan untuk mencegah masuknya udara secara berlebihan (khususnya oksigen), dan bakteri yang tidak diperlukan selama fermentasi. Apabila udara yang terdapat pada botol fermentasi berlebih, maka akan menyebabkan pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan yang diikuti dengan menurunnya kadar alkohol yang akhirnya berpengaruh pada kadar asam cuka yang dihasilkan (Norman.W. Desrosier, 1988). Pemilihan jenis penutup sebagai

media aerasi berdasarkan kebiasaan masyarakat menggunakan plastik sebagai penutup fermentasi pembuatan cuka tradisional. Juga dari penelitian terdahulu yang menggunakan kertas tisu, kertas buram, kertas koran dan kertas tabloid sebagai media aerasi pada fermentasi nira kelapa. Hal ini untuk membandingkan aerasi mana yang terbaik pada proses fermentasi nira.

Fermentasi dilakukan selama 0 - 20 hari dengan variasi 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, dan 20 hari. Pemilihan waktu tersebut berdasarkan pada penelitian terdahulu, yaitu dihasilkan waktu optimal pada fermentasi hari ke-7 atau hari ke-14 dengan kadar asam cuka yang paling tinggi pada aerasi menggunakan kertas tisu dibandingkan aerasi menggunakan kertas buram. Setelah hari berikutnya kadar asam cuka yang dihasilkan mulai menurun.

Pada penelitian ini fermentasi dilakukan pada botol kaca mulut lebar bekas selai dan diaerasi menggunakan plastik, kertas HVS, dan terbuka (tanpa tutup). Plastik yang digunakan adalah plastik bening. Kertas HVS, yang digunakan adalah kertas putih (bukan buram) dengan ukuran ketebalan 70 gr/m². Pada penelitian ini dilakukan dua analisis, yaitu analisis kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif kadar asam cuka hasil fermentasi nira diketahui melalui analisis volumetri yaitu titrasi alkalimetri, menitrasi dengan NaOH 0,1M yang telah distandarisasi dengan asam oksalat. Analisis kuantitatif dilakukan dengan identifikasi adanya anion CH₃COO⁻.

B. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah:

1. Asam cuka dapat dihasilkan dari fermentasi berbagai bahan, seperti nira aren, nira kelapa, nira tebu, nira siwalan, nira kurma, dan sebagainya.
2. Hasil fermentasi nira dapat berupa alkohol, asam cuka, dan nata.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi adalah suplai gizi, waktu, suhu, air, pH, dan oksigen.
4. Analisis kualitatif melalui identifikasi adanya ion cuka (CH_3COO^-) dengan kalsium karbonat, asam sulfat pekat, larutan perak nitrat, larutan besi (III) klorida. Analisis kuantitatif asam cuka dapat dilakukan dengan titrasi alkalimetri atau titrasi asam basa.

C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Nira yang dibuat asam cuka pada penelitian ini adalah nira aren
2. Hasil fermentasi yang diteliti adalah asam cuka
3. Waktu lama fermentasi divariasi antara 0 – 20 hari, dan jenis aerasi didasarkan pada kedapapan tutup, yaitu menggunakan plastik, kertas HVS, dan terbuka (tanpa tutup).
4. Analisis kualitatif dilakukan melalui identifikasi adanya ion CH_3COO^- dengan menggunakan kalsium karbonat dan besi (III) klorida. Analisis kuantitatif asam cuka dilakukan dengan titrasi alkalimetri
5. Standar mutu cuka SNI yang diacu adalah SNI 01- 3711- 1995 yang meliputi keadaan bentuk, bau, kadar asam cuka, cemaran logam besi dan seng.

D. Perumusan Masalah

Berdasar latar belakang, identifikasi masalah dan batasan masalah, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah waktu yang diperlukan untuk menghasilkan kadar asam cuka optimal pada fermentasi nira aren yang diaerasi dengan plastik, kertas HVS, dan terbuka (tanpa tutup)?
2. Apakah cuka yang dihasilkan pada fermentasi nira aren yang diaerasi dengan plastik, kertas HVS, dan terbuka memenuhi standar mutu SNI 01- 3711- 1995?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui waktu yang diperlukan untuk menghasilkan kadar asam cuka optimal pada fermentasi nira aren yang diaerasi dengan plastik, kertas HVS, dan terbuka (tanpa tutup)
2. Memenuhi tidaknya cuka yang dihasilkan pada fermentasi nira aren yang diaerasi dengan plastik, kertas HVS, dan terbuka berdasarkan standar mutu SNI 01- 3711- 1995

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat bagi:

1. Peneliti, sebagai tambahan ilmu penelitian, memahami dan melaksanakan prosedur pembuatan asam cuka dengan benar.

2. Masyarakat, terutama pelaku industri asam cuka rumahan, memberikan informasi tentang lama fermentasi dan jenis aerasi untuk memperoleh kadar asam cuka optimal dari nira aren.
3. Mahasiswa, memberikan inspirasi untuk melakukan penelitian mengenai kadar asam cuka yang terdapat pada nira lainnya.
4. Lembaga, memberi sumbangan ilmu pengetahuan, terutama bidang biokimia.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Tori

1. Aren (*arenga pinnata*)

Aren (*arenga pinnata*) termasuk suku *Arecaceae* (pinang-pinangan), merupakan tumbuhan berbiji tertutup (*Angiospermae*). Tanaman aren bisa dijumpai mulai dari pantai barat India sampai ke sebelah selatan Cina dan kepulauan Guam. Habitat aren juga banyak terdapat di Filipina, Malaysia, Dataran Assam di India, Laos, Kamboja, Vietnam, Birma (Myanmar), Srilanka, dan Thailand (Lutony, 1993). Di Indonesia, tanaman aren banyak tersebar di seluruh wilayah nusantara, khususnya di daerah-daerah perbukitan yang lembab (<http://x-jungle.blogspot.com/2008/05/aren-arenga-pinnata.html>). Taksonomi Aren sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Liliopsida</i>
Ordo	: <i>Arecales</i>
Famili	: <i>Arecaceae</i>
Genus	: <i>Arenga</i>
Spesies	: <i>arenga pinnata</i>

Aren adalah jenis palm yang besar dan tingginya dapat mencapai 25 m. Berdiameter hingga 65 cm, batang pokoknya berada di luar (seperti kulit) dengan ketebalan 4 - 7 cm, keras dan pada bagian atas diselimuti oleh serabut berwarna

hitam yang biasa disebut ijuk. Ijuk sebenarnya adalah bagian dari pelepah daun yang menyelubungi batang. Aren mulai berbuah pada usia kurang lebih 6 tahun, dan akan mati pada usia antara 15 - 25 tahun. (Helen B Florido, 2003)

a. Morfologi

Pada dasarnya, mulai dari akar, batang, dan daun tanaman aren hampir sama dengan kelapa. Morfologi tanaman aren adalah:

1) Akar

Aren merupakan tumbuhan monokotil, berakar serabut. Akar aren menyebar cukup dalam di dalam tanah, sehingga tanaman ini juga cocok sebagai penahan erosi tanah, terutama pada tanah miring.

2) Batang

Pohon aren mampu tumbuh tinggi sampai 25 m. Diameter batang mencapai 65 cm, dan pada bagian tengah batang cukup lunak (seperti sagu). Batang aren pada bagian pinggir disebut juga dengan ruyung, dengan ketebalan 4-7cm, sangat keras dan tahan lapuk, sehingga sering digunakan sebagai lantai dan atap rumah. Pada bagian tengah batang terdapat gandum/kanji yang biasanya digunakan untuk membuat mie soon. Satu pohon aren pada usia lebih dari 15 tahun menghasilkan 50 - 70 kg kanji (ibid). Pohon aren hanya memiliki satu titik tumbuh yang terletak pada ujung batang, sehingga selalu tumbuh mengarah keatas dan tidak bercabang. Aren tidak mempunyai kambium sehingga tidak memiliki pertumbuhan sekunder.

3) Daun

Daun aren majemuk menyirip, seperti daun kelapa. Mempunyai pelepah yang panjangnya mencapai 5 m dengan tangkai daun hingga 1,5 m. Anak daun seperti pita bergelombang, berukuran hingga 7 x 145 cm, berwarna hijau gelap di atas dan keputih-putihan oleh karena lapisan lilin di bawahnya. Lidi daun aren lebih *wulet* dibandingkan lidi daun kelapa. Lidi daun aren biasanya digunakan untuk membuat sapu dan kerajinan anyaman

4) Bunga

Bunga pohon aren ada dua jenis, yaitu jantan dan betina. Untaian-untaiannya bunga jantan lebih pendek dari untaian-untaiannya bunga betina. Untaian bunga jantan panjangnya sekitar 50 cm, sedangkan untaian bunga betina panjangnya dapat mencapai 175 cm. Nira dihasilkan dari penyadapan tandan bunga jantan.

5) Buah

Buah aren, atau yang lebih dikenal dengan nama kolang-kaling, terbentuk setelah terjadi penyerbukan dengan perantaraan angin atau serangga. Buah aren berbentuk bulat, berdiameter 4 - 5 cm, didalamnya berisi biji 3 buah. Bagian buah aren terdiri dari:

- a) Kulit luar, halus berwarna hijau pada waktu masih muda, dan menjadi kuning setelah tua (masak).
- b) Daging buah, berwarna putih kekuning-kuningan.
- c) Kulit biji, berwarna kuning dan tipis pada waktu masih muda, dan berwarna hitam yang keras setelah buah masak. Endosperm, berbentuk lonjong agak

pipih berwarna putih agak bening dan lunak pada waktu buah masih muda; dan berwarna putih, padat atau agak keras pada waktu buah sudah masak.

Daging buah aren yang masih muda mengandung lendir yang sangat gatal jika mengenai kulit, karena lendir ini mengandung asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$). Tiap untaian buah panjangnya mencapai 1,5-1,8 m, dan tiap tongkol (tandan buah) terdapat 40-50 untaian buah. Tiap tandan terdapat banyak buah, beratnya mencapai 1-2,5 kuintal. Buah yang setengah masak dapat digunakan untuk campuran minuman. Pada satu pohon aren sering didapati 2-5 tandan buah yang tumbuhnya serempak.

b. Tempat hidup/ penyebaran

Aren dapat tumbuh pada ketinggian tamah 9 – 1.400 meter di atas permukaan laut. Namun yang paling baik pertumbuhannya adalah pada ketinggian 500 – 1000 meter di atas permukaan laut dengan curah hujan lebih dari 1.200 mm setahun atau pada iklim sedang dan basah.

c. Penyadapan nira

Cara Penyadapan nira aren adalah sebagai berikut:

1) Persiapan

- a) Pembersihan tongkol. Ijuk yang ada disekitar tongkol bunga disingkirkan agar tidak mengganggu proses penyadapan. Pelepah daun sebanyak 1 sampai 2 buah di atas dan di bawah pelepah juga dibuang.
- b) Pemukulan tongkol. Setelah pembersihan, tongkol bunga jantan diayun-ayun dan dipukul-pukul secara ringan tanpa menyebabkan tongkol luka dan

memar. Pemukulan dilakukan sekali 2 hari pada pagi dan sore hari selama 3 minggu. Pemukulan dilakukan 250 kali setiap kali dilakukan pemukulan.

- c) Penentuan kesiapan tongkol disadap. Setelah itu, tongkol dimana untaian bunga melekat ditoreh, jika torehan mengeluarkan cairan nira, berarti tongkol sudah siap untuk disadap. Jika tidak mengeluarkan nira, proses pengayunan dan pemukulan harus dilanjutkan.
 - d) Persiapan penyadapan. Bumbung yang akan digunakan untuk penyadapan dicuci sampai bersih. Bagian dalam bumbung disikat dengan penyikat bertangkai panjang. Setelah itu bumbung dibilas dengan air mendidih, dan diasapi dalam keadaan terbalik dengan asap tungku. Untuk memudahkan penyadapan, pada pohon dipasang tangga dari bambu yang digunakan untuk memanjat pohon.
- 2) Penyadapan
- a) Jika tongkol sudah siap untuk disadap, tongkol dipotong pada bagian yang ditoreh untuk penentuan kesiapan tongkol disadap.
 - b) Di bawah luka pada bagian tongkol yang dipotong, diletakkan bumbung/ bambu. Bumbung ini diikatkan secara kuat pada pohon.
 - c) Penyadapan berlangsung selama 12 jam. Bumbung yang telah terisi nira diturunkan. Setiap kali penyadapan diperoleh 3 - 15 liter nira.
 - d) Setelah itu tongkol harus diiris tipis kembali untuk membuang jaringan yang mengeras dan tersumbat pembuluh kapilernya. Di bawah irisan baru tersebut diletakkan lagi bumbung yang bersih. Demikian terus menerus selama 3 - 4 bulan.

2. Nira Aren

Nira aren adalah cairan bening yang didapat dari penyadapan batang bunga aren. Nira aren mempunyai kandungan gula antara 7,5% - 15%.

Tabel 1. Komposisi Nira pada Berbagai Tanaman Palmae

Jenis tanaman	Kadar air	Kadar gula	Protein	Lemak	Abu
Aren	88,5	10,2	0,23	0,02	0,03
Siwalan	87,78	10,96	0,28	0,02	0,10
Kelapa	87,78	10,88	0,21	0,17	0,37
Kelapa hibrida	88,40	10,27	0,41	0,17	0,38
Nipah	86,30	12,23	0,21	0,02	0,43

Sumber : www.kebunaren.com/

a. Sifat Nira :

1. Warna

Warna nira yang masih baru saja disadap adalah jernih kekuningan. Setelah kurang lebih satu jam, warna mulai berubah menjadi keruh dan semakin lama semakin memutih. Semakin lama penyimpanan, warna akan semakin putih pucat dan terdapat endapan di bawahnya.

2. Bau

Bau nira yang masih segar akan cepat mengalami perubahan daripada nira yang telah dimasak. Semakin lama penyimpanan, bau nira semakin tidak enak.

3. Rasa

Nira mempunyai rasa manis, terutama sampai 6 jam setelah penyadapan. Setelah itu, rasa nira mulai berasa asam, dan semakin lama penyimpanan rasanya akan semakin asam.

Produk-produk pengolahan dari nira aren, antara lain gula aren (gula semut), tuak/ciu, alkohol dan cuka.

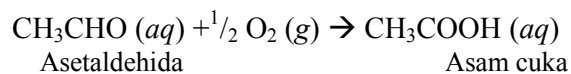
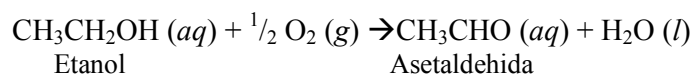
3. Fermentasi Nira

Fermentasi adalah suatu reaksi kimia yang disebabkan oleh mikro organisme tertentu seperti bakteri, ragi, kapang dan sebagainya. (M. Natsir Arsyad, 2001). Nira mudah mengalami fermentasi di ruang terbuka. Fermentasi ini salah satunya disebabkan oleh bakteri *saccharomyces cerevisiae* yang membantu proses pemecahan sukrosa menjadi gula reduksi pada nira aren. Pembuatan asam cuka memerlukan dua proses fermentasi. Pertama perubahan gula menjadi alkohol oleh khamir. Kedua perubahan alkohol menjadi asam cuka yang dilakukan bakteri asam cuka. Khamir merupakan bagian dari kelompok kapang dan dibedakan dari hampir semua jamur yang lain karena sifatnya, yaitu bersel tunggal dan membelah diri secara bertunas, sedangkan bakteri merupakan organisme uniseluler dan prokariot umumnya tidak memiliki klorofil dan berukuran renik (mikroskopis).

Produksi asam cuka melalui dua tahap, pada tahap pertama sukrosa mengalami reduksi menjadi glukosa, kemudian glukosa menjadi etanol melalui jalur fermentasi (Lehninger, 1982). Pada tahap berikutnya terjadi oksidasi dari etanol menjadi asetaldehida dan oksidasi kedua oleh asetaldehida dehidrogenase menjadi asam cuka, perubahan tersebut juga melibatkan bakteri *Acetobakter aceti*.

Untuk produksi optimal diperlukan oksigen yang cukup, yang akan tereduksi melalui sistem pengangkutan elektron. Jika tidak tersedia oksigen yang cukup, maka pada konsentrasi asam cuka dan etanol yang tinggi, sel-sel bakteri

akan mati (Anshori Rahman, 1992). Hal ini karena proses fermentasi alkohol menjadi asam cuka merupakan proses oksidasi, sehingga perlu diaerasi. Aerasi perlu dilakukan untuk menghindari kontak udara yang berlebihan dengan asam cuka yang terbentuk pada proses fermentasi, karena cuka dapat teroksidasi lebih lanjut menjadi karbondioksida dan air, sehingga kadar asam cuka menurun lebih cepat sampai pada suatu kondisi yang tidak dikehendaki (Norman W. Desrosier, 1988).



Secara umum proses fermentasi melibatkan keaktifan enzim dari mikroba yang mengalami proses metabolisme. Bakteri penghasil asam cuka berasal dari genus *Acetobacter* dan *Gluconobacter*. Genus *Acetobacter* mampu mengoksidasi etanol menjadi asam cuka. Spesies ini bersifat kemoautotroph, memerlukan senyawa organik untuk kehidupannya, suhu optimum 25 - 30°C dan pH optimum untuk pertumbuhan 5,4 - 6,3.

Perubahan kimia yang terjadi pada fermentasi disebabkan adanya aktivitas mikroba dengan enzim-enzimnya. Beberapa faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme meliputi:

1) Suplai zat gizi

Mikroorganisme membutuhkan suplai makanan yang menjadi sumber energi yang menyediakan unsur-unsur kimia dasar untuk pertumbuhan sel. Unsur-unsur dasar tersebut adalah karbon, nitrogen, oksigen, sulfur, fosfor, magnesium,

zat besi, dan sejumlah kecil logam lainnya. Karbon dan sumber energi untuk hampir semua mikroorganisme yang berhubungan dengan bahan pangan dapat diperoleh dari jenis gula karbohidrat.

2) Waktu

Bila suatu sel mikroorganisme diinokulasi pada media nutrisi agar, mula-mula akan terlihat pertumbuhan ukuran, volume, dan berat sel. Ketika ukuran telah mencapai kira-kira dua kali ukuran normal, sel tersebut membelah menjadi dua sel, kemudian tumbuh dan membelah lagi menjadi empat sel. Selama kondisi memungkinkan pertumbuhan dan pembelahan sel berlangsung terus menerus sampai populasi terbentuk.

3) Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan terpenting yang mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan mikroorganisme. Suhu dapat mempengaruhi mikroorganisme dalam dua cara yang berlawanan.

4) Air

Semua mikroorganisme memerlukan air dalam kehidupannya. Air berperan terhadap reaksi metabolit dalam sel dan merupakan alat pengangkut zat-zat gizi atau bahan limbah ke dalam dan ke luar sel.

5) pH

Setiap mikroorganisme mempunyai kisaran pH untuk memungkinkan pertumbuhannya, masing-masing mikroorganisme mempunyai pH optimum. Kebanyakan mikroorganisme dapat tumbuh pada pH 6,0 - 8,0 dan pH di luar kisaran 2,0 - 10,0 biasanya bersifat merusak.

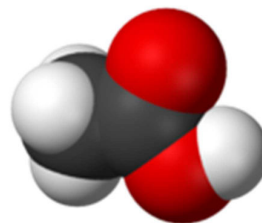
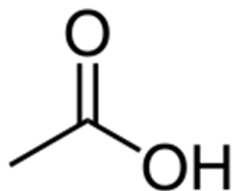
6) Oksigen

Setiap mikroorganisme mempunyai perbedaan kebutuhan oksigen untuk metabolismenya. Mikroorganisme aerobik membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya. Mikroorganisme anaerobik, tidak dapat tumbuh dengan adanya oksigen, bahkan oksigen dapat menjadi racun bagi mikroorganisme tersebut. Mikroorganisme aerobik fakultatif, oksigen akan digunakan bila tersedia, tetapi mikroorganisme tetap dapat hidup dalam keadaan anaerobik. Mikroorganisme mikrofilik, lebih dapat tumbuh pada kadar oksigen yang lebih rendah daripada kadar oksigen dalam atmosfer (K.A. Buckle, 1987)

4. Asam Cuka

Asam cuka, disebut juga asam etanoat atau asam cuka merupakan senyawa kimia asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. Asam cuka memiliki rumus empiris $C_2H_4O_2$. Rumus ini seringkali ditulis dalam bentuk CH_3COOH . Asam cuka murni (disebut asam cuka glasial) adalah cairan higroskopis tak berwarna dan memiliki titik beku $16.7^{\circ}C$.

Rumus struktur asam cuka dapat digambarkan sebagai berikut:



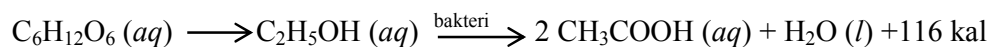
a. Kerangka molekul asam cuka

b. Model 3 dimensi molekul asam cuka

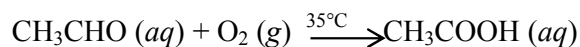
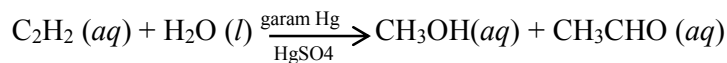
Gambar 1. Kerangka Molekul dan Model 3 Dimensi Asam Cuka

Asam cuka merupakan salah satu asam karboksilat paling sederhana, selain asam format. Larutan asam cuka dalam air merupakan sebuah asam lemah, artinya hanya terdisosiasi sebagian menjadi ion H^+ dan CH_3COO^- . Asam cuka merupakan pereaksi kimia dan bahan baku industri yang penting. Asam cuka digunakan dalam produksi polimer, seperti polietilena tereftalat, selulosa cuka, dan polivinil cuka, maupun berbagai macam serat dan kain. Dalam industri makanan, asam cuka digunakan sebagai pengatur keasaman

Asam cuka dapat diproduksi secara alami (fermentasi aerob) dan sintesis (M. Natsir Arsyad, 2001). Reaksi pembentukan asam cuka secara alami dapat dituliskan sebagai berikut :



Reaksi pembentukan asam cuka secara sintesis, yaitu destilasi dari etuna reaksinya sebagai berikut:



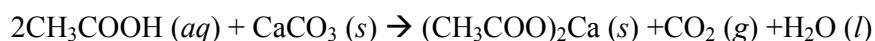
Tabel 2. Syarat Mutu Cuka Berdasar SNI 01- 3711- 1995

No	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan	
			Cuka Dapur	Cuka Meja
1	Keadaan			
1.1	Bentuk	-	Cairan encer, jernih, tidak berwarna,	Cairan encer, jernih, tidak berwarna.
1.2	Bau	-	Khas asam cuka	Khas asam cuka
2	Kadar asam cuka, %	%b/b	Min 12,5	Min 4-12,5
3	Cemaran logam			
3.1	Seng (Zn)	mg/kg	Maks 2	Maks 1
3.2	Besi (Fe)	mg/kg	Maks 0,5	Maks 0,3

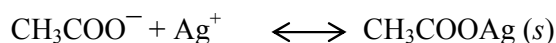
Berdasarkan SNI 01- 3711- 1995 asam cuka/cuka makan dalam perdagangan harus memenuhi standar. Syarat mutu tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.

5. Uji Kualitatif dan Uji Kuantitatif Asam Cuka

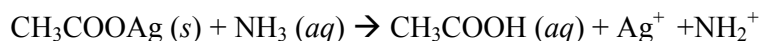
Asam cuka dapat dikenali dari baunya yang khas dan menyengat. Pada uji kualitatif, asam cuka direaksikan dengan kalsium karbonat (CaCO_3) menghasilkan gas CO_2 .



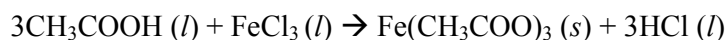
Ion cuka jika direaksikan dengan larutan perak nitrat akan membentuk endapan perak cuka yang berwarna putih, kristalin, yang dihasilkan dalam larutan pekat dalam keadaan dingin. Endapan lebih mudah larut dalam larutan amonia encer (ibid).



Bila campuran dipanaskan, endapan melarut kembali tanpa terjadinya endapan hitam perak.



Ion cuka bereaksi dengan larutan besi (III) klorida menghasilkan endapan besi (III) yang merah kecoklatan (G. Svehla, 1979).



Asam cuka merupakan asam lemah, sehingga untuk mengetahui kadar asam cuka yang dihasilkan melalui fermentasi nira aren, asam cuka dititrasi dengan basa kuat (titrasi asam lemah-basa kuat). Titrasi asam basa dapat memberikan titik akhir yang cukup tajam, yaitu digunakan pengamatan dengan

indikator bila pada pH titik ekuivalen 4 - 10. Demikian juga titik akhir titrasi akan jelas pada titrasi asam atau basa lemah jika penitrasi adalah basa atau asam kuat dengan perbandingan tetapan disosiasi asam lebih besar dari 10^4 (S.M. Khopkar, 2008). Penentuan kadar asam cuka menggunakan metode alkalimetri, yaitu penentuan kadar atau jumlah total suatu asam dalam suatu larutan dengan menggunakan larutan standar NaOH 0,1M (M. Natsir Arsyad, 2001).

B. Penelitian yang Relevan

Penelitian yang dilakukan Sumarsih pada tahun 2009 dengan judul “Pengaruh Aerasi dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Asam Cuka yang Dihasilkan dari Nira Kelapa (*cocos nusifera*) sebagai Alternatif Sumber Belajar Kimia SMA/MA pada Materi Pokok Makromolekul”. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa variasi aerasi dan waktu fermentasi berpengaruh signifikan terhadap kadar asam cuka yang dihasilkan dari fermentasi nira kelapa. Pada penelitian tersebut dilakukan dengan tisu dan kertas buram pada media aerasi botol bermulut kecil. Kadar asam cuka optimal diperoleh pada fermentasi hari ke-7 pada aerasi dengan tisu.

Penelitian yang relevan kedua adalah penelitian yang dilakukan oleh Agustin Andi Wirna pada tahun 2011 dengan judul “Studi Waktu Fermentasi dan Variasi Aerasi Menggunakan Kertas Koran dan Kertas Tabloid pada Pembuatan Asam Cuka dari Nira Kelapa”. Pada penelitian tersebut, aerasi dilakukan pada media botol bermulut lebar. Kadar cuka optimal pada aerasi menggunakan kertas tabloid pada waktu fermentasi ke -16. Pada penelitian ini, nira yang digunakan

adalah nira aren (*arenga pinnata*), aerasi menggunakan kertas HVS, dan kertas tabloid dan menggunakan botol bermulut sempit.

Penelitian yang akan dilakukan ini hampir sama dengan kedua penelitian tersebut. Perbedaannya terletak pada jenis nira yang digunakan, yaitu nira aren dengan wadah fermentasi menggunakan botol bermulut lebar dan diaerasi dengan plastik, kertas HVS, dan terbuka. Sedangkan pada penelitian terdahulu nira yang difermentasi adalah nira kelapa. Penelitian yang pertama difermentasi menggunakan botol bermulut sempit, kemudian diaerasi dengan kertas tisu dan kertas buram. Penelitian yang kedua difermentasi menggunakan botol bermulut lebar kemudian diaerasi dengan kertas koran dan kertas tabloid.

C. Kerangka Berfikir

Aren merupakan palem yang paling berguna kedua setelah kelapa. Sebelum menghasilkan buah, apabila manggar dipotong pucuk bunganya akan menghasilkan cairan bening-manis yang disebut nira. Apabila dibiarkan dalam keadaan terbuka, nira akan berubah warnanya menjadi kekuningan dan rasanya akan menjadi asam. Asam ini disebut asam cuka.

Proses pembentukan asam cuka ada dua, yaitu secara alami dan sintesis. Secara alami apabila nira dibiarkan dalam keadaan terbuka, sehingga mengalami fermentasi dan menjadi asam. Secara sintesis adalah proses pembuatan asam cuka melalui reaksi kimia, seperti pembuatan asam cuka dari etuna, oksidasi asetaldehid dan karboksilasi etanol.

Fermentasi yaitu reaksi kimia yang timbul karena adanya mikro organisme. Faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi adalah suplai gizi,

waktu, suhu, air, pH dan oksigen. Kadar oksigen dan waktu fermentasi mempengaruhi hasil fermentasi. Dengan demikian waktu fermentasi aerasi (pengaturan sirkulasi udara) pada nira akan mempengaruhi kadar asam cuka yang dihasilkan. Semakin banyak bakteri penghasil asam cuka yang tumbuh, maka akan semakin banyak asam cuka yang terbentuk dan semakin banyak waktu yang dibutuhkan, tetapi hal ini sangat tergantung pada ketersediaan oksigen dan suplai gizi, karena mikroorganisme sangat tergantung pada suplai oksigen. Jika tidak tersedia oksigen yang cukup, maka sel-sel bakteri penghasil asam cuka akan mati, yang mengakibatkan kadar asam cuka yang terbentuk akan menurun.

Aerasi yang dilakukan dengan penutupan yang berbeda kerapatannya, maka ketersediaan oksigen pada proses fermentasi yang diaerasi dengan plastik, kertas tabloid, kertas HVS, kertas koran dan terbuka (tanpa tutup) berbeda, sehingga mempengaruhi kadar asam yang dihasilkan dari fermentasi. Semakin lama waktu fermentasi, maka kadar asam cuka yang dihasilkan akan semakin banyak dan akan menurun seiring dengan berkurangnya suplai gizi sampai pada waktu tertentu.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Subjek, Objek, dan Teknik Pengambilan Sampel

1. Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah nira aren hasil penderesan di Dusun Mentasari, Desa Giyombong, Kecamatan Bruno, Purworejo.

2. Objek penelitian

Objek penelitian ini adalah nira aren yang difermentasi di dalam botol bermulut lebar (botol bekas selai) yang diaerasi menggunakan plastik, kertas HVS, dan tanpa tutup (terbuka).

3. Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*, yaitu mengambil nira yang masih segar dari tempat yang sama secara acak dan tidak diberi perlakuan dan tambahan zat lain.

B. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini variabel-variabelnya adalah :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pengaturan sirkulasi oksigen (aerasi) menggunakan plastik, kertas HVS, dan terbuka (tanpa tutup) dan waktu fermentasi selama 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, dan 20 hari

2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kadar asam cuka yang diperoleh dari fermentasi nira aren.

C. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat-alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| a. Erlenmeyer 50 mL 5 buah | i. Pipet tetes 3 buah |
| b. Erlenmeyer 100 mL 6 buah | j. Penjepit 1 buah |
| c. Gelas ukur 25 mL 1 buah | k. Tabung reaksi 4 buah |
| d. Pipet volumetrik 25mL 3 buah | l. Botol fermentasi 100 buah |
| e. Buret 50 mL 1 buah | m. Gelas beker 100 mL 2 buah |
| f. Corong 1 buah | n. Karet gelang |
| g. Statif dan klem | o. Labu ukur 50 mL 1 buah |
| h. Kompor Listrik 1 buah | p. Labu ukur 25 mL 1 buah |

2. Bahan Baku Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- | | |
|---------------|----------------------------|
| a. Nira segar | d. Indikator pp |
| b. NaOH 0,1 M | e. Reagen benedict |
| c. Akuades | f. Larutan FeCl_3 |

D. Prosedur Penelitian

1. Persiapan Sampel Penelitian

a. Fermentasi Nira Aren dengan Variasi Aerasi dan Waktu Fermentasi

Mengambil nira sebanyak yang dibutuhkan, kemudian dimasukkan pada 165 botol fermentasi, masing-masing 100 mL. Kemudian masing-masing 33 botol ditutup dengan plastik (botol A), kertas HVS, (botol B), dan dibiarkan terbuka/tanpa tutup (botol C). Ke-165 botol tersebut difermentasi dengan variasi waktu 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 dan 20 hari.

b. Persiapan Sebelum Penelitian

1) Membuat larutan standar NaOH 0,1M

Sebanyak 0,5 gram kristal NaOH dilarutkan ke dalam aquades yang telah dipanaskan dalam gelas beker, kemudian dituangkan ke dalam labu ukur 100 mL. Kocok pelan-pelan hingga kristal larut, kemudian diencerkan sampai 100 mL. Simpan dalam tempat tertutup (Mulyono HAM, 2005).

2) Membuat reagen Benedict

Sebanyak 173 gram natrium sitrat ditambahkan dengan 10 gram anhidrus natrium karbonat kemudian ditambahkan aquades hingga 850 mL aquades. Sebanyak 17,3 gram CuSO_4 hidrat dilarutkan ke dalam 100 mL aquades dan dimasukkan perlahan-lahan ke dalam larutan sitrat. (Chairil Anwar dkk. 1994)

3) Membuat reagen larutan besi(III) klorida

Sebanyak 135,2 gram besi(III) klorida heksaanat dilarutkan ke dalam aquades, kemudian ditambahkan beberapa tetes HCL dan diencerkan sampai 1 liter. Jika warna gelap ditambahkan HCL lebih banyak lagi.

4) Membuat indikator pp

Sebanyak 1 gram fenolftalein dilarutkan ke dalam 100 mL alkohol 70% (Mulyono HAM, 2005).

2. Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif dilakukan terhadap nira segar dan identifikasi adanya ion cuka. Analisis pada nira bertujuan untuk menunjukkan adanya karbohidrat yang terdapat pada nira aren. Analisis dilakukan dengan memasukkan lima mililiter nira segar kedalam tabung reaksi, kemudian ditetesi dengan reagen benedict dan dipanaskan dan diamati perubahan warnanya.

Identifikasi anion dengan terbentuknya endapan merah bata yang merupakan besi(III) basa (ferri hidroksida) pada setiap perlakuan aerasi. Analisis dilakukan dengan menakar 5 mL sampel dimasukkan kedalam tabung reaksi, kemudian ditetesi dengan besi(III) klorida lalu dipanaskan lalu diamati perubahan warna dan ada tidaknya endapan. Identifikasi ion cuka pada asam cuka 0,1 M (sebagai pembanding sampel diganti dengan asam cuka)

3. Analisis Kualitatif dengan Titration Alkalimetri

a. Standarisasi NaOH 0,1 M

Standarisasi NaOH 0,1M dilakukan dengan cara dititrasi dengan asam oksalat. Kristal asam oksalat sebanyak 0,2 gram dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL, kemudian ditambahkan aquades hingga mencapai batas 50 mL. Larutan ini lalu dimasukkan dalam buret 50 mL.

Larutan NaOH 0,1M di ambil 10 mL, di tambahkan indikator pp diatetes. Larutan akan berubah menjadi merah muda, kemudian dititrasi menggunakan asam oksalat tadi hingga warna merah muda menghilang menjadi bening. Volume asam oksalat ini kemudian digunakan untuk menghitung molaritas NaOH.

b. Titrasi asam cuka dengan NaOH 0,1 M

Titration asam cuka hasil fermentasi dilakukan dengan cara mengambil 10 mL larutan dan dimasukkan kedalam erlenmeyer, ditambahkan indikator pp 1-2 tetes. Larutan kemudian dititrasi dengan NaOH sampai berubah warna dari jernih menjadi merah muda. Catat volume titrasinya.

4. Uji Mutu Asam Cuka

Asam cuka hasil fermentasi kemudian di uji mutunya berdasar standar mutu SNI 01- 3711 – 1995 yang meliputi bentuk, bau, kadar asam cuka dan cemaran logam seng (Zn) dan besi (Fe). Cemaran logam Zn dan Fe di uji menggunakan AAS. Preparat dibuat dengan cara : memasukkan 100 mL karutan kedalam gelas beker, ditambahkan 5 mL asam nitrat, kemudian dipanaskan sampai larutan contoh hampir kering. Ditambahkan 50 mL aquades, masukan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditepatkan 100 mL dengan aquades (SNI 06-6989.4-2004).

E. Teknik Pengumpulan Data

Pada penentuan kadar asam cuka hasil fermentasi nira aren dilakukan dengan dua analisis yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif.

1. Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif dimaksudkan untuk menguji ada tidaknya asam cuka pada sampel, yaitu dengan analisis ion cuka dengan mereaksikan sampel dengan besi(III) klorida (FeCl_3), positif akan menghasilkan merah bata. Hasil uji sampel dibandingkan dengan hasil uji menggunakan asam cuka yang telah diencerkan. Analisis kualitatif juga menentukan adanya tidaknya sukrosa pada sampel yang telah difermentasi dengan melakukan uji Benedict.

2. Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif dilakukan dengan metode alkalimetri, sebelum dititrasi pada sampel, terlebih dahulu dilakukan titrasi pada larutan asam cuka yang sudah diencerkan menggunakan larutan NaOH 0,1 M. Kemudian dilanjutkan dengan mentitrasi sampel menggunakan NaOH 0,1 M. Analisis kuantitatif dilakukan dengan mengambil 10 mL sampel, selanjutnya dititrasi hingga diperoleh volume titrasi NaOH 0,1M yang diperlukan untuk mencapai titik ekuivalen. Volume NaOH 0,1 M ini selanjutnya digunakan untuk menghitung kadar asam cuka dengan rumus:

$$\text{Kadar} = \frac{100}{10} \times V_{\text{NaOH}} \times M_{\text{NaOH}} \times Mr_{\text{CH}_3\text{COOH}}$$

Keterangan :

100 : Jumlah volume sampel

10 : jumlah volume sampel yang dititrasi

F. Teknik Analisis Data

Berdasarkan hasil titrasi, dibuat grafik perbandingan antara lama waktu fermentasi terhadap kadar asam cuka untuk masing-masing jenis aerasi.

Hasil penentuan kadar asam cuka pada rentang kadar yang mendekati optimal diuji mutunya sesuai standar mutu SNI 01- 3711 – 1995, yang meliputi bentuk, bau, kadar asam cuka dan cemaran logam seng (Zn) dan besi (Fe).

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis aerasi dan variasi waktu fermentasi untuk menghasilkan kadar asam cuka optimal. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira aren hasil penderesan Dusun Mentasari, Giyombong, Bruno, Purworejo

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kualitatif dan kuantitatif, kualitatif digunakan untuk mengetahui ada tidaknya asam cuka yang dihasilkan dari proses fermentasi, sedangkan kuantitatif digunakan untuk mengetahui jumlah/ kadar asam cuka yang dihasilkan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Hasil Uji Kualitatif.

a. Analisis Sukrosa pada Nira

Analisis kualitatif sukrosa pada nira dilakukan dengan uji Benedict. Hasil uji yang positif ditandai dengan munculnya warna biru kehijauan pada sampel uji. Berdasarkan pengujian didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 3.

b. Analisis asam cuka pada nira

Analisis kualitatif asam cuka dilakukan dengan organoleptis, semakin lama fermentasi bau semakin menyengat, rasa semakin asam, warna semakin keruh, selain itu juga dilakukan identifikasi anion dengan larutan FeCl_3 yang akan

menghasilkan endapan warna merah bata. Berdasarkan pengujian didapatkan hasil yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Uji Benedic Kualitatif Sukrosa pada Fermentasi Nira Aren yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka

Fermentasi hari ke	Hasil								
	Aerasi plastik			Aerasi HVS			Aerasi terbuka		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
2	++	++	++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
4	+	+	+	++	++	++	+	+	+
6	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan tanda + : tingkat kandungan sukrosa

Tabel 4. Hasil Analisis Kualitatif Asam Cuka Dengan FeCl_3 pada Fermentasi Nira Aren Yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka

Fermentasi hari ke	Hasil								
	P1	P2	P3	HVS1	HVS2	HVS3	T1	T2	T3
0	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	-	-	-	-	
4	-	-	-	+	+	+	+	+	+
6	+	++	++	++	++	++	++	++	++
8	++	+++	+++	+++	+++	+++	++++	++++	++++
10	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
12	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+++
14	+++	+++	+++	++++	++++	++++	++	++	++
16	++	++	++	++++	++++	++++	++	++	++
18	++	++	++	+++	+++	+++	++	++	++
20	++	++	++	+++	+++	+++	++	++	++

Keterangan :

P1	: aerasi plastik 1	T1	: aerasi terbuka 1
P2	: aerasi plastik 2	T2	: aerasi terbuka 2
P3	: aerasi plastik 3	T3	: aerasi terbuka 3
HVS 1	: aerasi HVS 1	++++	: endapan coklat tua
HVS 2	: aerasi HVS 2	+++	: endapan coklat
HVS 3	: aerasi HVS 3	++	: endapan makin coklat kekuningan
		-	: tidak ada endapan

2. Hasil Uji Kuantitatif

Analisis kuantitatif bertujuan untuk mengetahui asam cuka (g/100ml) pada nira.

a. Standarisasi NaOH 0,1 M

NaOH merupakan larutan standar sekunder, sehingga ketika akan digunakan untuk mentitrasi perlu distandarisasi dengan larutan standar primer terlebih dahulu. NaOH 0,1 M distandarisasi menggunakan asam oksalat 0,1 M. Banyaknya

asam oksalat yang digunakan untuk standarisasi ini digunakan untuk menghitung mol NaOH (Lampiran 3), sehingga dapat diketahui kadar NaOH. Standarisasi dilakukan sekali saat NaOH 0,1 M baru saja dibuat. Dari 3 kali titrasi didapatkan volume rata-rata asam oksalat asam oksalat 0,1 M adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Volume Rata-rata $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ standarisasi NaOH 0,1 M

Vol. NaOH (mL)	Vol. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (mL)	Rata-rata Vol. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (mL)	mol NaOH (mL)
10,0	14,2		
10,0	13,7	14,1333	0,001255
10,0	14,5		

b. Titrasi Sampel dengan NaOH

Banyaknya NaOH yang dibutuhkan untuk menitrasi sampel 0-20 hari tercantum pada Tabel 6.

Banyaknya NaOH yang dibutuhkan masing masing sampel digunakan untuk menghitung kadar asam cuka yang terdapat pada sampel. Kadar asam cuka yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 6. Volume NaOH yang dibutuhkan untuk menitrasi hasil Fermentasi Nira Aren yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka

Fermentasi hari ke-	Rata-rata NaOH 0,1M yang dibutuhkan (mL)		
	Aerasi plastik	Aerasi kertas HVS	Aerasi Terbuka
0	4,5	4,5	4,5
2	4,5	5,8	6,9
4	6,1	6,5	10,6
6	11,0	11,9	18,9
8	15,0	16,3	24,7
10	18,7	18,9	20,0
12	22,7	22,4	22,9
14	21,8	25,3	22,4
16	21,4	30,3	20,6
18	22,8	26,1	18,0
20	20,6	24,7	16,7

Tabel 7. Kadar Asam Cuka Hasil Fermentasi Nira yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka.

Ferm. hari ke-	Rata-rata Kadar Asam Cuka Yang Dihasilkan (gr/100mL)		
	Aerasi plastik	Aerasi kertas HVS	Aerasi terbuka
0	0,33634	0,33634	0,33634
2	0,34136	0,43925	0,52208
4	0,45682	0,48694	0,80069
6	2,077025	2,240175	3,5642
8	2,830025	3,07475	4,6435
10	3,52655	3,557925	3,765
12	4,27955	4,223075	4,310925
14	4,110125	4,75645	4,223075
16	4,022275	5,703975	3,871675
18	4,2921	4,9196	3,382225
20	3,871675	4,6435	3,1375

B. Pembahasan

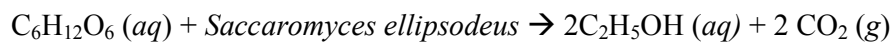
1. Proses Fermentasi

Penelitian ini berjudul “Studi waktu fermentasi dan jenis aerasi terhadap kualitas asam cuka dari nira aren”, bertujuan untuk mencari waktu fermentasi dan jenis aerasi yang menghasilkan asam cuka dengan kadar optimal. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah nira aren yang dari Dusun Mentasari Desa Giyombong, Bruno, Purworejo. Pengambilan nira dilakukan secara *purposive sampling* dan berasal dari 3 pohon aren. Fermentasi dilakukan secara alami, tanpa penambahan ragi/bakteri apapun.

Pada penelitian ini, nira diambil seperlunya, disaring kemudian dimasukkan ke dalam botol selai yang berjumlah 99 dengan volume masing-masing 100 ml. Botol-botol tersebut kemudian dibagi dalam 3 kelompok, yaitu : 33 botol ditutup dengan plastik, 33 botol ditutup dengan kertas HVS, dan 33 botol

dibiarkan terbuka (tanpa tutup). Botol-botol ini kemudian didiamkan/difermentasi untuk kemudian dianalisa kandungan asam cukaanya pada rentang waktu 0, 2, 4, 6, 8,10, 12, 14, 16, 18 dan 20 hari.

Nira mempunyai kandungan glukosa yang tinggi, sehingga merupakan tempat yang nyaman untuk perkembangan mikroba, terutama khamir dan bakteri. Mikroba inilah yang akan merubah glukosa menjadi alkohol kemudian menjadi asam cuka. Proses perubahan ini berlangsung secara berkesinambungan, yaitu proses fermentasi glukosa menjadi alkohol yang dilakukan oleh khamir, dan fermentasi alkohol menjadi asam cuka oleh bakteri asam cuka. Pembentukan alkohol dilakukan oleh khamir alkohol, salahsatunya adalah *Saccaromyces ellipsodeus*. Perubahan kimianya dapat ditunjukkan pada reaksi berikut ini :



Gula sederhana + khamir \rightarrow alkohol + karbbondioksida

Fermentasi ini diaerasi dengan plastik, kertas HVS, dan terbuka. Aerasi ini bertujuan untuk mengatur sirkulasi udara, khususnya yang terlibat dalam proses fermentasi. Pada tahap ini terjadi pemecahan disakarida (sukrosa) dengan enzim amilase melalui proses hidrolisis menjadi mono sakarida (glukosa dan fruktosa) dengan enzim maltase. Monosakarida langsung diubah menjadi alkohol dan karbondioksida oleh enzim yang dihasilkan oleh khamir, kemudian dilanjutkan dengan pembentukan asam asetat.

Perubahan sukrosa menjadi alkohol berlangsung secara anaerob, sedangkan perubahan alkohol menjadi asam cuka berlangsung secara aerob. Berdasar hasil penelitian, perbandingan asam cuka yang dihasilkan pada aerasi

menggunakan plasrtik, kertas HVS, dan terbuka, yang menghasilkan kadar asam cuka tertinggi adalah pada aerasi menggunakan kertas HVS. Hal ini dididuga dikarenakan oleh adanya pori-pori pada kertas yang dapat menjadi jalannya udara, sehingga alkohol masih dapat terbentuk. Banyak sedikitnya alkohol yang terbentuk sangat mempengaruhi produk asam cuka yang dihasilkan. Semakin banyak alkohol yang dihasilkan, semakin banyak pula yang diubah menjadi asam cuka oleh bakteri. Bakteri penghasil asam cuka sangat bergantung pada keberadaan oksigen untuk pertumbuhannya. Pada aerasi dengan kertas HVS ini, jumlah udara yang masuk relatif sedikit, maka sedikit pula jumlah bakteri penghasil asam cuka. Jumlah bakteri ini sangat mempengaruhi kadar asam cuka yang dihasilkan. Oleh karena jumlah bakteri sedikit, sedangkan alkohol banyak, maka perlu waktu relatif lama untuk menghasilkan jumlah asam cuka optimal, sehingga proses naiknya kadar asam cuka berlangsung perlahan. Demikian juga dengan penurunannya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Pada aerasi dengan plastik, alkohol yang dihasilkan cukup banyak, bahkan plastik sampai menggelembung. Hal ini karena plastik tidak mempunyai pori-pori yang mampu ditembus udara, sehingga kondisi anaerob sangat sempurna untuk pertumbuhan khamir penghasil alkohol. Namun, jumlah alkohol yang banyak ini tak dapat diubah menjadi asam cuka yang optimal dikarenakan kondisi udara yang sangat sedikit. Udara yang sedikit ini mengakibatkan bakteri penghasil asam cuka tidak dapat berkembang secara sempurna. Dengan jumlah bakteri yang sangat sedikit dan persediaan oksigen yang sangat sedikit, maka jumlah asam cuka yang dihasilkan sedikit pula. Sampai fermentasi hari ke-20, bau alkohol

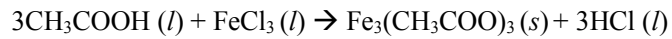
masih terasa sangat kuat dan lebih dominan daripada bau asam cuka. Kurangnya udara pada proses pembentukan asam cuka ini bahkan sampai mengakibatkan plastik penutup yang tadinya menggelembung (cembung) menjadi cekung. Kenaikan kadar asam cuka pun relatif sedikit, demikian juga penurunannya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Pada aerasi terbuka/tanpa tutup menghasilkan kadar asam cuka yang sedikit pula. Hal ini dikarenakan, udara yang terlibat berlebihan sehingga khamir tidak dapat tumbuh dengan baik. Selain itu, udara yang berlebihan ini menyebabkan tumbuhnya bakteri-bakteri yang tidak diinginkan ditandai dengan munculnya bau busuk setelah hari ke-6. Udara yang berlebihan ini dapat membunuh khamir, sehingga alkohol yang dihasilkan pun sedikit. Walaupun proses pembentukan asam cuka dapat berlangsung dengan cepat, namun jumlah asam cuka yang dihasilkan oleh bakteri asam cuka sedikit, karena jumlah alkohol sebagai bahan baku juga sedikit.

Faktor lain yang mempengaruhi kadar asam cuka hasil fermentasi adalah waktu fermentasi. Berdasarkan hasil penelitian fermentasi dari hari ke-0 sampai hari ke-20 menunjukkan kenaikan dan penurunan kadar asam cuka. Kenaikan dan penurunan kadar asam cuka sangat bervariasi sesuai dengan jenis aerasinya.

Pada aerasi menggunakan plastik, sukrosa mulai habis pada hari ke-4, ditandai dengan tidak ada perubahan warna pada uji Benedict. Kadar asam cuka mulai mengalami kenaikan pada hari ke-6 sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Hal ini juga ditunjukkan dengan terbentuknya endapan berwarna merah bata

pada uji dengan larutan FeCl_3 . Endapan ini menunjukkan adanya asam cuka yang terbentuk, sebagaimana ditunjukkan reaksi berikut:



Kadar asam cuka mengalami kenaikan secara perlahan dan mencapai titik optimum sampai hari ke-18, setelah itu kadar asam cuka relatif konstan dan sedikit mengalami penurunan. Kekonstanan kadar asam cuka ini disebabkan bakteri penghasil asam cuka kekurangan udara/oksigen. Oksigen yang ada di dalam botol sangat terbatas karena plastik tidak mempunyai pori-pori yang mampu ditembus udara. Penurunan kadar asam cuka disebabkan oleh aktivitas dari salah satu *Acetobacter sp.* yaitu *Acetobacter xylinum* yang berinteraksi dengan oksigen, sehingga menghasilkan enzim yang memecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Enzim tersebut dapat menyusun glukosa dan fruktosa yang terbentuk menjadi ribuan rantai serat dalam jumlah yang banyak. Serat ini nampak putih sampai transparan yang kemudian disebut dengan nata yang merupakan hasil samping dari pembentukan asam cuka. Oksigen yang digunakan untuk pembentukan asam cuka tadi, semakin berkurang karena dalam waktu bersamaan juga digunakan untuk proses pembentukan nata.

Pada hari ke-18 ini terjadi keseimbangan penyerapan oksigen dan nutrisi antara bakteri penghasil asam cuka dan penghasil nata. Kadar asam cuka mencapai titik optimal sebesar 4,292 gram/100mL. Pada hari berikutnya nutrisi dan oksigen sudah semakin sedikit, sehingga bakteri penghasil asam cuka mati/berkurang jumlahnya yang mengakibatkan penurunan produk kadar asam cuka. Penurunan ini ditunjukkan dengan uji FeCl_3 yang menunjukkan endapan

yang terbentuk dari larutan kompleks heksaasetatdihidroksibesi(III) sudah mulai berkurang pada hari ke-14. Endapan yang terbentuk terus berkurang pada hari-hari berikutnya, warnanyapun semakin memudar, dari merah bata menjadi semakin bening kuning kecoklatan. Perubahan warna ini mengindikasikan kadar asam cuka yang terbentuk semakin sedikit.

Pada fermentasi yang diaerasi menggunakan kertas HVS, kadar asam cuka mulai mengalami kenaikan signifikan pada hari ke-6 ditandai dengan terbentuknya endapan merah bata pada uji FeCl_3 . Pembentukan asam cuka mencapai titik optimal pada hari ke 16, dengan kadar asam cuka mencapai 5,704 gram/100mL. Pada saat itu terjadi keseimbangan penyerapan oksigen antara bakteri penghasil asam cuka dengan bakteri penghasil nata. Pada hari-hari berikutnya terjadi penurunan kadar asam cuka, yang disebabkan oleh pembentukan nata pada permukaan larutan yang difermentasi. Hal ini menyebabkan oksigen yang diserap oleh bakteri penghasil asam cuka semakin berkurang yang mengakibatkan penurunan kadar asam cuka yang dihasilkan. Selain itu, kondisi nutrisi semakin berkurang karena sebagian besar diserap oleh bakteri penghasil nata, juga berperan dalam penurunan kadar asam cuka tersebut. Kemungkinan lain yang menjadi penyebab menurunnya kadar asam cuka yang dihasilkan adalah asam cuka yang sudah terbentuk dioksidasi kembali oleh *Acetobacter sp.* menjadi H_2O dan CO_2 . Semua spesies *Acetobacter sp.* bersifat mengoksidasi etanol menjadi asam cuka dan selanjutnya dengan kecukupan oksigen, asam cuka tersebut akan dioksidasi kembali menjadi H_2O dan CO_2 (Soedarini. 1998). Penurunan kadar asam cuka ini juga ditunjukkan pada uji FeCl_3 .

Pada hari ke 18, uji FeCl_3 menghasilkan endapan yang sedikit dan warna coklat kekuningan.

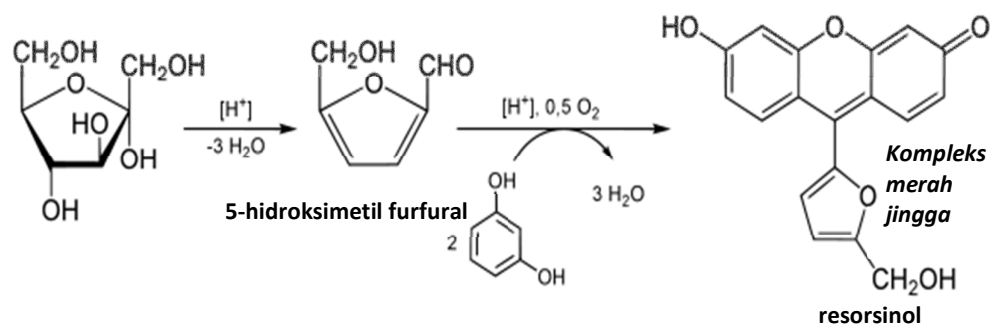
Pada aerasi terbuka, kadar asam cuka mulai mengalami kenaikan tajam pada hari ke-6 sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Hal ini juga ditunjukkan dengan terbentuknya endapan merah bata pada uji dengan larutan FeCl_3 . Endapan ini menunjukkan adanya asam cuka yang terbentuk. Kadar asam cuka mengalami kenaikan relatif lebih cepat dibandingkan dengan kenaikan kadar asam cuka yang difermentasi dengan aerasi yang lainnya. Kadar asam cuka mencapai titik optimum pada hari ke-8 dengan kadar mencapai 4,644 gr/100mL, setelah itu kadar asam cuka mengalami penurunan. Penurunan kadar asam cuka ini disebabkan melimpahnya oksigen, sehingga *Acetobacter sp.* dengan cepat mengoksidasi kembali asam cuka yang terbentuk menjadi H_2O dan CO_2 . Penyebab lain menurunnya kadar asam cuka ini adalah melimpahnya *Acetobacter xylinum* yang berinteraksi dengan oksigen, yang ditandai dengan melimpahnya nata yang terbentuk, baik di permukaan maupun di dasar botol. Pada aerasi terbuka ini, proses fermentasi menghasilkan bau yang busuk yang merupakan hasil fermentasi nira oleh bakteri-bakteri yang tidak diinginkan yang berasal dari udara.

2. Uji Kualitatif Sukrosa

Uji karbohidrat bertujuan untuk meyakinkan bahwa karbohidrat yang terkandung di dalam nira adalah sukrosa. Berdasarkan hasil uji organoleptis sukrosa menunjukkan bahwa nira mempunyai rasa manis. Selain uji organoleptis

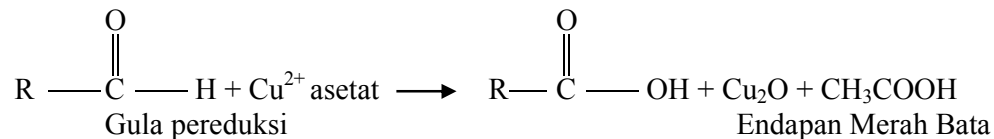
juga dilakukan uji menggunakan reagen Selliwanoff, yang terbuat dari campuran resorsinol dan HCl. Uji ini didasarkan pada dehidrasi fruktosa oleh HCl pekat menghasilkan hidroksimetilfurfural dengan penambahan resorsinol, akan mengalami kondensasi membentuk senyawa kompleks berwarna merah bata.

Pada uji ini nira sebanyak 5 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditetesi dengan reagen Selliwanoff. Untuk melihat hasil dari uji tersebut, maka tabung dipanaskan pada air mendidih. Pemanasan bertujuan untuk mempercepat reaksi. Hasil positif pada uji ini ditunjukkan dengan terbentuknya warna merah bata pada larutan, yang berarti karbohidrat yang terkandung dalam nira adalah sukrosa. Reaksi yang terjadi pada uji Selliwanoff dapat ditunjukkan sebagai berikut (id.m.wikipedia.org/wiki/uji_selivanoff) :



Berdasarkan uji tersebut menunjukkan bahwa sukrosa merupakan karbohidrat yang terdapat pada nira. Hasil uji tersebut dapat diyakinkan dengan menghidrolisis larutan nira yang telah ditetesi dengan reagen Selliwanoff, yaitu dengan menambahkan air pada nira kemudian diaduk. Perlakuan ini bertujuan agar sukrosa terhidrolisis menjadi glukosa dan fruktosa, setelah itu dilanjutkan dengan uji Benedict. Teori yang mendasari uji Benedict ini adalah gula yang

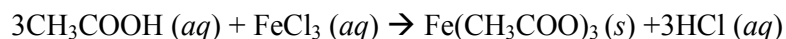
mengandung gugus aldehida atau keton bebas akan mereduksi ion Cu^{2+} dalam suasana alkalis, menjadi Cu^{2+} , yang mengendap sebagai Cu^{2+} (kupro oksida) berwarna merah bata. Uji ini dilakukan dengan mereaksikan nira sebanyak 5 mL dengan reagen Benedict pada tabung reaksi. Hasil positif dapat ditunjukkan dengan terbentuknya warna merah bata, tergantung pada warna asal dan jumlah gula pereduksi yang bereaksi dengan reagen Benedict tersebut. Reaksi yang berlangsung pada uji Benedict adalah (Fessenden & Fessenden, 1982):



Hasil uji Selliwanoff dan Benedict pada hari ke-0 adalah positif, hal ini menunjukkan bahwa karbohidrat yang terkandung pada nira adalah sukrosa.

3. Uji Kualitatif Asam Cuka.

Uji kualitatif asam cuka bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya asam cuka dalam nira. Uji kualitatif dilakukan melalui reaksi antara nira yang difermentasi dengan larutan FeCl_3 . Uji dilakukan dengan mengambil 5 mL larutan, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan direaksikan dengan larutan FeCl_3 . Reaksi asam cuka dengan FeCl_3 berlangsung ditandai dengan terbentuknya endapan merah bata. Reaksi yang terjadi adalah:

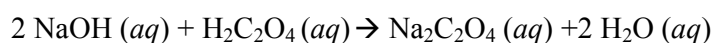


Uji kualitatif ini menunjukkan hasil negatif pada fermentasi pertama (hari ke-0) dan mulai menunjukkan hasil positif pada fermentasi hari ke-2, yaitu pada

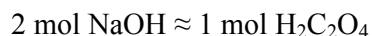
aerasi terbuka. Sedangkan pada aerasi plastik dan kertas HVS positif pada hari ke-6 dan ke-4.

4. Uji Kuantitatif Asam Cuka

Uji kuantitatif asam cuka ini bertujuan untuk mengetahui kadar asam cuka dalam 100 mL sampel. Uji kuantitatif menggunakan metode titrasi alkalimetri, yaitu menggunakan larutan NaOH 0,1 M sebagai larutan standarnya. Larutan NaOH 0,1 M merupakan larutan standar sekunder, sehingga sebelum digunakan untuk mentitrasi perlu dilakukan setandarisasi dengan larutan standar primer, yaitu asam oksalat. Larutan asam oksalat dibuat dengan melarutkan 0,2 gram asam oksalat ke dalam 50 mL aquades dan dimasukkan ke dalam buret. NaOH 0,1 M kemudian dititrasi dengan asam oksalat. Sebanyak 10 mL NaOH 0,1 M ditetesi dengan indikator pp 1-2 tetes kemudian dititrasi dengan asam oksalat hingga mencapai titik ekivalen yang ditandai dengan hilangnya warna merah muda. Reaksi yang terjadi adalah:



Berdasarkan reaksi tersebut, maka:



sehingga pada saat titrasi mencapai titik ekivalen, mol NaOH dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\text{mol NaOH} = V \text{ asam oksalat} \times \frac{\text{mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{1000 \text{ ml}} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4}$$

Setelah diketahui mol NaOH tersebut kemudian digunakan untuk menentukan konsentrasi NaOH 0,1M dengan persamaan:

$$mol NaOH = \frac{mol NaOH}{1L}$$

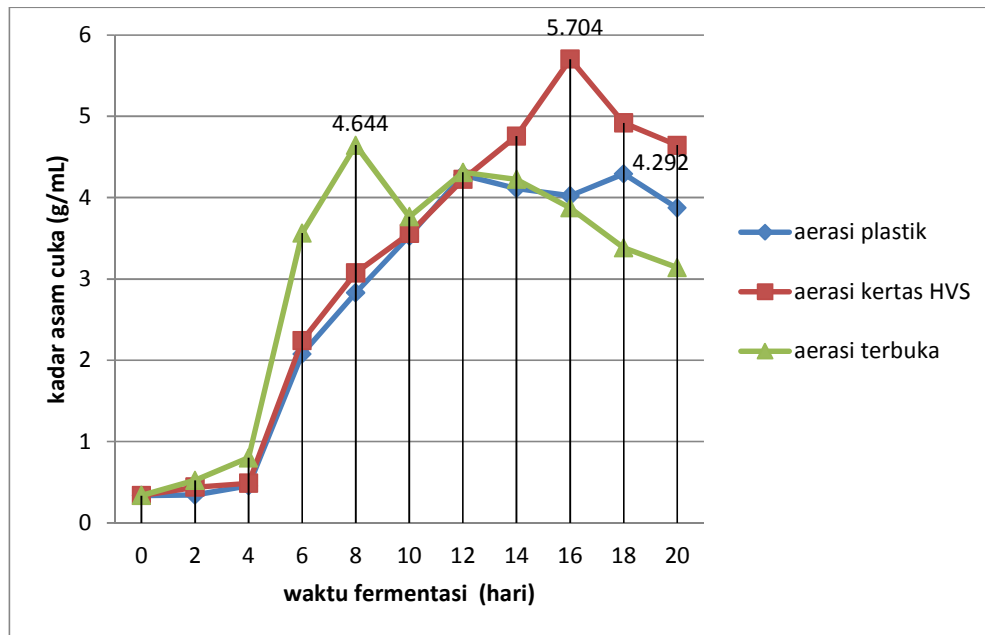
Setelah konsentrasi NaOH diketahui, larutan NaOH tersebut dapat digunakan untuk menitrasi larutan sampel (nira fermentasi). Larutan sampel sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer 50 mL kemudian ditetesi indikator pp 1-2 tetes. Titrasi dilakukan sampai titik ekuivalen yang ditandai warna larutan berubah menjadi merah muda.

Kadar asam cuka dapat dihitung dengan persamaan:

$$Kadar = \frac{100}{10} \times V_{NaOH} \times M_{NaOH} \times Mr_{CH_3COOH}$$

Berdasarkan penelitian ini, kadar asam cuka tertinggi dihasilkan oleh fermentasi yang diaerasi menggunakan kertas HVS, yaitu sebesar 5,704 g/100 mL pada fermentasi hari ke-16. Fermentasi yang diaerasi menggunakan plastik menghasilkan kadar optimal sebesar 4.292 mg/100 mL pada fermentasi hari ke-18. Fermentasi yang diaerasi terbuka (tanpa tutup) menghasilkan kadar optimal sebesar 4,644 g/100 mL pada fermentasi hari ke-8.

Hubungan antara kadar asam cuka dengan lama fermentasi pada aerasi menggunakan plastik, kertas HVS, dan terbuka ditunjukkan pada Gambar 4. Pada grafik tersebut terlihat perbedaan untuk masing-masing jenis aerasi. Titik optimum tertinggi dihasilkan fermentasi yang diaerasi dengan kertas HVS dengan kadar asam cuka tertinggi mencapai 5,704 g/100 mL, sedangkan aerasi terbuka mempunyai waktu fermentasi yang menghasilkan kadar optimum tercepat, yaitu pada fermentasi hari ke-8.



Gambar 2. Grafik Kadar Asam Cuka Vs Lama Fermentasi

5. Penentuan Mutu Asam Cuka

Asam cuka yang telah difermentasi kemudian diuji mutunya. Standar mutu yang digunakan dalam penelitian ini adalah SNI 01-3711-1995. Berdasarkan Tabel 2, tampak bahwa variabel yang memenuhi SNI 01-3711-1995 adalah bentuk, bau, kadar asam cuka dan cemaran logam yang meliputi seng (Zn) dan besi (Fe). Asam cuka yang diuji mutunya mempunyai hasil yang relatif sama, baik yang diaerasi dengan plastik, kertas HVS, maupun terbuka. Hasil pengujian tersebut ditunjukkan oleh Tabel 8. Kadar Fe dan Zn diuji dengan AAS.

Berdasar tabel tersebut dan Lampiran 5, tampak bahwa asam cuka aren dari semua jenis aerasi memenuhi standard SNI 01- 3711- 1995 kecuali kadar besi (Fe). Asam cuka hasil penelitian memiliki bentuk encer, jernih sedikit keruh dan mempunyai bau yang menyengat khas asam cuka. Kadar asam cuka juga

Tabel 8. Kualitas Cuka Aren Berdasar SNI 01- 3711- 1995

No	Kriteria uji	Persaratan	Keterangan Hasil		
			Aerasi Plastik	Aerasi HVS	Aerasi Terbuka
1	Keadaan				
1.1	Bentuk	Cairan encer, jernih, tdk berwarna	Cairan encer, jernih, tdk berwarna (memenuhi)	Cairan encer, jernih, tdk berwarna (memenuhi)	Cairan encer, jernih, tdk berwarna (memenuhi)
1.2	Bau	Khas asam cuka	Khas asam cuka (memenuhi)	Khas asam cuka (memenuhi)	Khas asam cuka (memenuhi)
2	Kadar asam cuka (gr/100mL)	Min 4-12,5	4,292 (memenuhi)	5,704 (memenuhi)	4,644 (memenuhi)
3	Cemaran logam:				
3.1	Seng (Zn)	Maks 2 mg/kg	0,9961 mg/L Memenuhi	0,8372 mg/L Memenuhi	0,8963 mg/L Memenuhi
3.2	Besi (Fe)	Maks 0,3 mg/kg	0.8404 Tidak memenuhi	0.61 mg/L Tidak memenuhi	0,7183 mg/L Tidak memenuhi

memenuhi standar SNI, yaitu berada direntang 4 - 12,5 gr/mL, tepatnya untuk aerasi plastik sebesar 4,292 g/100 mL, untuk aerasi kertas HVS sebesar 5,704 g/100 mL dan untuk aerasi terbuka sebesar 4,644 g/100 mL.

Cemaran logam asam cuka aren dilakukan pada logam Zn dan Fe dengan AAS. Uji seng (Zn) memenuhi standar, yaitu berada di bawah ambang batas optimal sebesar 2 mg/L. Kadar Zn untuk aerasi plastik sebesar 0,9961 mg/L, untuk aerasi kertas HVS sebesar 0,8372 mg/L, dan untuk aerasi terbuka sebesar 0,8963 mg/L.

Kadar besi (Fe) dari hasil pengujian, kadar Fe berada jauh di atas ambang batas optimal sebesar 0,3 mg/L. Adapun masing-masing kadar Fe pada aerasi terbuka sebesar 2,0593 mg/L, aerasi kertas HVS sebesar 1,8289 mg/L, dan aerasi terbuka sebesar 1,9372 mg/L. Angka yang besar ini diakibatkan oleh tingginya kadar Fe pada aquades yang digunakan untuk pembuatan preparat sampel AAS. Berdasarkan hasil pengujian kadar Fe aquades sebesar 1,2189 mg/L. Perkiraan kadar Fe asam cuka untuk masing-masing aerasi adalah kadar Fe semula dikurangi kadar Fe aquades. Dengan demikian kadar Fe pada aerasi terbuka menjadi sebesar 0.8404 mg/L, aerasi kertas HVS sebesar 0.61 mg/L, dan aerasi terbuka sebesar 0,7183 mg/L. Jika dibandingkan dengan tabel standar asam cuka SNI 01-3711-1995, maka kadar Fe asam cuka pada masing masing aerasi ini tidak memenuhi standar karena melebihi ambang batas yang dianjurkan. Namun demikian, peneliti berpendapat asam cuka ini tetap aman digunakan karena pada praktik penggunaannya asam cuka meja ini hanya beberapa tetes yang dicampurkan dengan makanan lain, sehingga kadar Fe dalam asam cuka ini menjadi lebih kecil.

Penelitian ini telah berhasil menentukan waktu yang diperlukan untuk menghasilkan kadar asam cuka optimal pada fermentasi nira aren yang diaerasi dengan plastik, kertas HVS, dan terbuka (tanpa tutup). Meskipun demikian, setelah ditinjau dan dibandingkan dengan standar SNI 01-3711-1995 ternyata ada salah satu faktor yang tidak memenuhi, yaitu kadar cemaran logam Fe yang jauh di atas ambang batas yang ditentukan dalam SNI.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan maka dapat disimpulkan :

1. Waktu yang diperlukan untuk menghasilkan kadar asam cuka optimal pada fermentasi nira aren yang diaerasi dengan plastik, kertas HVS, dan terbuka (tanpa tutup) masing-masing pada hari ke-18, 16 dan 8 dengan kadar berturut-turut sebesar 4,292 g/100mL, 5,704 g/100mL, dan 4,644 g/100mL
2. Cuka yang dihasilkan pada fermentasi nira aren yang diaerasi dengan plastik, kertas HVS, dan terbuka memenuhi standar mutu SNI 01-3711-1995 ditinjau dari bentuk, bau, kadar asam cuka dan jumlah cemaran logam Zn, tetapi tidak memenuhi standar mutu ditinjau dari jumlah cemaran logam Fe.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka diajukan saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian pada fermentasi nira aren atau buah-buahan lainnya dengan melakukan uji *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) untuk mengetahui kadar oksigen yang terlibat dalam proses pembentukan asam cuka.
2. Untuk mendapatkan hasil kadar asam cuka yang optimal, mungkin perlu mengkombinasikan jenis aerasinya. Misalnya aerasi plastik dikombinasikan dengan kertas HVS, artinya dalam waktu fermentasi sampai hari tertentu menggunakan plastik yang kemudian diganti dengan kertas HVS.

DAFTAR PUSTAKA

- Anna Poedjiadi. (1994). *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta : UI-Press.
- Ansori Rahman. (1992). *Teknologi Fermentasi Industrial*. Jakarta: Rineka Cipta
- Baharudin. Dkk. (2008). *Penentuan Mutu Cuka Nira Aren (arenga pinnata) berdasarkan SNI 01-4371-1996*. Universitas Hasanudin.
- Emma Suryani Siregar. (2009). *Skripsi*. Pengaruh Media Starter antara Nira Kelapa dan Nira Aren Terhadap Kualitas Nata de Arenga. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- http://en.wikipedia.org/wiki/seliwanoff%27s_test. *Selliwanoff Test.Asam cuka dari Wikipedia Indonesia, Ensiklopedia Bebas Berbahasa Indonesia* Pada tanggal 28 maret 2012 jam 09:17
- <http://images.arifqbio.multipay.com/attachment/>. *Uji kualitatif untuk identifikasi karbohidrat Idan II*. Pada tanggal 28 maret 2012
- <http://www.fao.org/docrep/x0560e/x0560e10.htm> *Vinegar*. Diakses pada 28-04-2012 jam 22:42
- <http://x-jungle.blogspot.com/2008/05/aren-arenga-pinnata.html>. *Aren*. Di akses pada 28-04 2012 jam 22 : 42
- Helen B. Florido., Pricilia B. De Mesa. (2003). *Sugar Palm (Arenga Pinnata)*. Research Information Series on Ecosystem. Vol. 15 No.2. May – August 2003. Fillipina
- Javier Parrondo. Dkk. (2003). *A Note – Production of Vinegar from Whey*. Spanyol : Journal of The Institute of Brewing
- Lehninger. (1982). *Dasar-dasar Biokimia*. Jakarta: Erlangga.
- M. Natsir Arsyad. (2001). *Kamus Kimia Arti dan Penjelasan Ilmiah*. Jakarta: UI-Press.
- Mulyono HAM. (2005). *Membuat Reagen Kimia*. Bandung: Bumi Aksara.
- Norman W. Desrosiyer. (1998). *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta: UI-Press.
- Naknean, P. Dkk. (2010). *Characterization of palm sap harvested in Songkhla province, Southern Thailand*. International Food Research Journal 17: 977-986 (2010). Thailand
- S.M Khopkar. (2003). *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI-Press
- Sumarsih. (2009). *Skripsi*. Pengaruh Aerasi dan waktu Fermentasi terhadap Kadar Asam Cuka yang Dihasilkan dari Nira Kelapa (*Cocos Nicivera*) sebagai

Alternatif Sumber Belajar Kimia SMA/MA pada Materi Pokok Makromolekul. Yogyakarta: UIN Yogyakarta.

Sunanto, H., 1993. *Aren: Budidaya dan Multiguna*. Kanisius. Yogyakarta

Svehla. G. (1985). *Analisa Anorganik Kualitatif Makro dan Mikro Bagian I*. Jakarta: Kalma Media Pustaka

Svehla. G. (1985). *Analisa Anorganik Kualitatif Makro dan Mikro Bagian II*. Jakarta: Kalma Media Pustaka

Tarwiyah, Kemal. (2001). *Nira*. Padang: Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatera Barat

Tony Luqman Lutony. (1993). *Tanaman Sumber Pemanis*. Jakarta: Penebar Swadaya

Underwood., A. L. dan R. A. Day, Jr. (2002). *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta: Erlangga.

_ (2004) SNI 06-6989.4-2004 : *Cara uji besi (Fe) dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)*. Jakarta

_(1995) SNI 01-3711-1995 : *Cuka Makan*. Jakarta

Lampiran 1

Tabel 9. Hasil Analisis Kualitatif Sukrosa dengan Benedict pada Fermentasi Nira Aren yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka.

Ferm. hari ke-	Hasil								
	Plastik			HVS			Terbuka		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0	Coklat endapan merah bata	Coklat endapan merah bata	Coklat endapan merah bata	Coklat endapan merah bata	Coklat endapan merah bata	Coklat endapan merah bata	Coklat endapan merah bata	Coklat endapan merah bata	Coklat endapan merah bata
2	Coklat, endapan berkurang	Coklat, endapan berkurang	Coklat, endapan berkurang	Coklat, endapan berkurang	Coklat, endapan berkurang	Coklat, endapan berkurang	Coklat, endapan berkurang	Coklat, endapan berkurang	Coklat, endapan berkurang
4	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan	Coklat sedikit endapan	Coklat sedikit endapan	Coklat sedikit endapan	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan
6	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan
8	Kuning jernih	Kuning jernih	Kuning jernih	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan	kuning sedikit endapan	Kuning jernih	Kuning jernih	Kuning jernih
10	Kuning jernih	Kuning jernih	Kuning jernih	Kuning jernih	Kuning jernih	Kuning jernih	Kuning jernih	Kuning jernih	Kuning jernih
12	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan	Kuning kehijauan
14	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan
16	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan
18	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan
20	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan	Hijau kebiruan

Tabel 10. Hasil Analisis Kualitatif Asam Cuka dengan FeCl_3 pada Fermentasi Nira Aren yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka

Ferm. hari ke-	Hasil		
	Aerasi Plastik	Aerasi HVS	Aerasi Terbuka
0	Kuning kecoklatan Tidak ada endapan	Kuning kecoklatan Tidak ada endapan	Kuning kecoklatan Tidak ada endapan
2	Kuning kecoklatan Tidak ada endapan	Kuning kecoklatan Tidak ada endapan	Kuning kecoklatan Tidak ada endapan
4	Tidak ada endapan	Kuning, sedikit endapan orange	Kuning, sedikit endapan orange
6	Kuning, sedikit endapan orange	Kuning, endapan orange kecoklatan	Kuning, endapan orange kecoklatan
8	Kuning, endapan orange kecoklatan	Kuning, endapan orange kecoklatan	Kuning, endapan orange kecoklatan
10	Kuning, endapan orange kecoklatan	Kuning, endapan orange kecoklatan	Kuning, endapan orange kecoklatan
12	Kuning, endapan kecoklatan	Kuning, endapan orange kecoklatan	Kuning, endapan orange kecoklatan
14	Kuning, endapan orange kecoklatan	Kuning, endapan orange kecoklatan	Kuning, endapan orange kecoklatan
16	Kuning, sedikit endapan	Kuning, endapan orange kecoklatan	Kuning, endapan orange kecoklatan
18	Kuning, sedikit endapan	Kuning, endapan orange kecoklatan	Kuning, sedikit endapan
20	Kuning, sedikit endapan	Kuning, endapan orange kecoklatan	Kuning, sedikit endapan

Lampiran 2

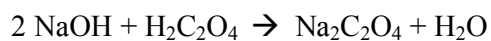
Tabel 11. Volume rata-rata $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ standarisasi NaOH 0,1 M

Vol. NaOH (ml)	Vol. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	Rata-rata Vol. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	mol NaOH
10,0	14,2	14,1333	0,001255
10,0	13,7		
10,0	14,5		

Konsentrasi $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (M)

$$M = \frac{\text{massa } \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{Mr \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \times V} = \frac{0,2 \text{ gr}}{\frac{90 \text{ gr}}{\text{mol}} \times 0,05 \text{ ml}} = 0,04444 \text{ mol/L}$$

Volume asam oksalat yang digunakan untuk menghitung mol NaOH berdasar reaksi :



$$2 \text{ mol NaOH} \approx 1 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4$$

$$\text{Sehingga : mol NaOH} = V \text{ H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \times \frac{\text{mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4}{1000 \text{ ml}} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4}$$

$$= 14,1333 \times \frac{0,0444}{1000} \times \frac{2 \text{ mol NaOH}}{1 \text{ mol H}_2\text{C}_2\text{O}_4}$$

$$= 0,001255 \text{ mol}$$

$$M \text{ NaOH} = \frac{\text{mol NaOH}}{\text{volum (L)}}$$

$$= \frac{0,001255}{0,01 \text{ L}}$$

$$= 0,1255 \text{ M}$$

Lampiran 3

Tabel 12. Volume NaOH yang Dibutuhkan untuk Menitrasi Hasil Fermentasi Nira Aren yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka

Fermentasi hari ke-	Vol Sampel	NaOH 0,1M yang di butuhkan (mL)		
		Aerasi Plastik	Aerasi Kertas HVS	Aerasi Terbuka
0	10	4,30	4,30	4,30
	10	4,50	4,50	4,50
	10	4,60	4,60	4,60
2	10	4,70	5,70	7,10
	10	4,90	6,50	6,300
	10	4,00	5,30	7,40
4	10	5,30	6,40	10,60
	10	5,80	6,30	11,00
	10	7,10	6,70	10,30
6	10	10,50	12,30	18,30
	10	11,70	11,60	18,70
	10	10,90	11,80	19,80
8	10	14,80	15,70	25,30
	10	15,00	17,30	24,90
	10	15,30	16,00	23,80
10	10	18,30	18,50	28,50
	10	17,90	18,90	29,00
	10	20,00	19,30	25,00
12	10	20,20	20,70	22,40
	10	24,70	23,50	23,00
	10	23,30	23,10	23,30
14	10	20,30	23,50	21,50
	10	23,20	27,00	22,70
	10	22,00	25,30	23,10
16	10	21,30	30,30	21,60
	10	20,50	30,70	19,50
	10	22,30	29,90	20,60
18	10	23,10	24,70	18,40
	10	22,50	27,90	18,00
	10	22,80	25,80	17,50
20	10	19,30	23,50	15,70
	10	20,70	26,20	18,30
	10	21,70	24,30	16,00

Lampiran 4

Berdasar M NaOH pada Lampiran 2 dan volume titrasi NaOH pada Lampiran 3, maka kadar asam cuka dalam 100 mL asam cuka dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Kadar} = \frac{100}{10} \times V \text{ NaOH} \times M \text{ NaOH} \times \text{Mr CH}_3\text{COOH}$$

Sehingga kadar asam cuka (gram) dalam 100 mL pada tiap titrasi adalah sebagai berikut :

Hari ke-0 :

-aerasi plastik :

$$1. \text{ Kadar} = \frac{100}{10} \times 4,3 \times \frac{0,1225}{1000} \times 60 = 0,32379 \text{ gr/100mL}$$

$$2. \text{ Kadar} = \frac{100}{10} \times 4,5 \times \frac{0,1225}{1000} \times 60 = 0,33885 \text{ gr/100mL}$$

$$3. \text{ Kadar} = \frac{100}{10} \times 4,6 \times \frac{0,1225}{1000} \times 60 = 0,34638 \text{ gr/100mL}$$

Dengan cara yang sama dapat dihitung kadar asam cuka pada aerasi dengan kertas HVS dan terbuka pada hari ke-0 sampai hari ke-4

Tabel 13. Kadar asam Cuka hasil Fermentasi Nira Aren yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka pada Hari ke-0 sampai ke-4

Ferm. hari ke-	Vol Sampel	Kadar Asam Cuka yang Dihasilkan (gr/100mL)					
		Aerasi Plastik	Rata- rata	Aerasi Kertas HVS	Rata- rata	Aerasi Terbuka	Rata- rata
0	10	0,32379	0,33634	0,32379	0,33634	0,32379	0,33634
	10	0,33885		0,33885		0,33885	
	10	0,34638		0,34638		0,34638	
2	10	0,35391	0,34136	0,42921	0,43925	0,53463	0,52208
	10	0,36897		0,48945		0,47439	
	10	0,3012		0,39909		0,55722	
4	10	0,39909	0,45682	0,48192	0,48694	0,79818	0,80069
	10	0,43674		0,47439		0,8283	
	10	0,53463		0,50451		0,77559	

Pada hari ke-6 volume titrasi yang dihasilkan melebihi 80% buret. Sehingga pada hari ke-6 dan seterusnya sampai hari ke-20 dilakukan pengenceran dari 10 ml menjadi 25 ml, diambil 10 ml untuk dititrasi. Sehingga rumus perhitungan kadar asam cuka harus dikalikan dengan faktor pengenceran :

$$\text{Kadar} = \frac{100}{10} \times \frac{25}{10} \times V \text{ NaOH} \times M \text{ NaOH} \times \text{Mr CH}_3\text{COOH}$$

Kadar cuka dari fermentasi dengan plastik pada hari ke-6 adalah :

1. $\text{Kadar} = \frac{100}{10} \times \frac{25}{10} \times 10,5 \times \frac{0,1225}{1000} \times 60 = 1,976625 \text{ gr/100mL}$
2. $\text{Kadar} = \frac{100}{10} \times \frac{25}{10} \times 11,7 \times \frac{0,1225}{1000} \times 60 = 2,202525 \text{ gr/100mL}$
3. $\text{Kadar} = \frac{100}{10} \times \frac{25}{10} \times 10,9 \times \frac{0,1225}{1000} \times 60 = 2,051925 \text{ gr/100mL}$

Dengan cara yang sama dapat dihitung kadar asam cuka pada aerasi dengan kertas HVS, dan terbuka pada hari ke-6 sampai hari ke-20

Tabel 14. Kadar Asam Cuka Hasil Fermentasi Nira Aren yang Diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka pada Hari ke-6 sampai ke-20

Ferm. hari ke-	Vol sampel	Kadar Asam Cuka yang Dihasilkan (gr/100mL)					
		Aerasi plastik	Rata- rata	Aerasi kertas HVS	Rata- rata	Aerasi terbuka	Rata- rata
6	10	1,976625	2,077025	2,315475	2,240175	3,444975	3,5642
	10	2,202525		2,1837		3,520275	
	10	2,051925		2,22135		3,72735	
8	10	2,7861	2,830025	2,955525	3,07475	4,762725	4,6435
	10	2,82375		3,256725		4,687425	
	10	2,880225		3,012		4,48035	
10	10	3,444975	3,52655	3,482625	3,557925	5,365125	3,765
	10	3,369675		3,557925		5,45925	
	10	3,765		3,633225		0,470625	
12	10	3,80265	4,27955	3,896775	4,223075	4,2168	4,310925
	10	4,649775		4,423875		4,32975	
	10	4,386225		4,348575		4,386225	
14	10	3,821475	4,110125	4,423875	4,75645	4,047375	4,223075
	10	4,3674		5,08275		4,273275	
	10	4,1415		4,762725		4,348575	
16	10	4,009725	4,022275	5,703975	5,703975	4,0662	3,871675
	10	3,859125		5,779275		3,670875	
	10	4,197975		5,628675		3,87795	
18	10	4,348575	4,2921	4,649775	4,9196	3,4638	3,382225
	10	4,235625		5,252175		3,3885	
	10	4,2921		4,85685		3,294375	
20	10	3,633225	3,871675	4,423875	4,6435	2,955525	3,1375
	10	3,896775		4,93215		3,444975	
	10	4,085025		4,574475		3,012	

Lampiran 5

Tabel 15. Kualitas cuka hasil Fermentasi Nira Aren yang diaerasi Menggunakan Plastik, Kertas HVS, dan Terbuka SNI 01- 3711-1995

No	Kriteria uji	persaratan	Hasil					
			Aerasi plastik	Keterangan	Aerasi HVS	Keterangan	Aerasi terbuka	Keterangan
1	Keadaan							
1.1	Bentuk	Cairan encer, jernih, tdk berwarna	Cairan encer, jernih, tdk berwarna	Memenuhi	Cairan encer, jernih, tdk berwarna	Memenuhi	Cairan encer, jernih, tdk berwarna	Memenuhi
1.2	Bau	Khas asam cuka	Khas asam cuka	Memenuh i	Khas asam cuka	Memenuhi	Khas asam cuka	Memenuhi
2	Kadar asam cuka	Min 4-12,5 gr/100mL	4,292 gr/100mL	Memenuhi	5,704 gr/100mL	Memenuhi	4,644 gr/100mL	Memenuhi
3	Cemaran logam							
3.1	Seng (Zn)	Maks 2 mg/kg	0,9961 mg/L	Memenuhi	0,8372mg/L	Memenuhi	0,8963 mg/L	Memenuhi
3.2	Besi (Fe)	Maks 0,3 mg/kg	0.8404 mg/L	Tidak memenuhi	0.61 mg/L	Tidak memenuhi	0,7183 mg/L	Tidak memenuhi

Lampiran 6

Lampiran gambar :



Pohon Aren di Desa Mentasari



Proses fermentasi (dari depan ke belakang : di aerasi dengan plastik, kertas HVS, dan terbuka)



Proses fermentasi yang diaerasi dengan kertas HVS, terbuka dan plastik (dari kiri ke kanan)



Preparasi sampel untuk uji kadar logam Fe dan Zn dengan AAS (penguapan cuka + asam nitrat)



Warna ungu hasil titrasi asam cuka yang
dititrasi dengan NaOH 0,1 M



Hasil uji kuantitatif asam cuka dengan FeCl_3 pada
hari ke 18